FACULTÉ DE MEDECINE DE PARIS

ANNEE 1963 N° 188

THESE

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

DENEUVILLE, JEAN PIERRE

Ancien Externe des Hôpitaux de PARIS
Interne du Centre National d'Ophtalmologie des Quinze-Vingts
Né le 18 Février 1936 à BOULOGNE sur Mer (Pas de Calais)

Présentée et soutenue publiquement le 1963

NOTES TECHNIQUES et THEORIQUES sur

L'ELECTROMYOGRAPHIE EN OPHTALMOLOGIE

PRESIDENT : MONSIEUR LE PROFESSEUR G. RENARD

Roger VEZIN - 48, rue de la Santé - PARIS

FACULTÉ DE MEDECINE DE PARIS

ANNEE 1963 N°

THESE

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

DENEUVILLE, JEAN PIERRE

Ancien Externe des Hôpitaux de PARIS
Interne du Centre National d'Ophtalmologie des Quinze-Vingts
Né le 18 Février 1936 à BOULOGNE sur Mer (Pas de Calais)

Présentée et soutenue publiquement le

NOTES TECHNIQUES et THEORIQUES sur

L'ELECTROMYOGRAPHIE EN OPHTALMOLOGIE

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

PRESIDENT : MONSIEUR LE PROFESSEUR G. RENARD

Roger VEZIN - 48, rue de la Santé - PARIS

1 - 2 - 1962

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. ALAJOUANINE (T.), AUBIN (A.), BENARD (H.), BULLIARD (H.), CADENAT (F.), CHABROL (E.), CHAMPY (C.), DEBRE (R.), FEY (B.), GASTINEL (P.), HALPHEN (E.), HAZARD (R.), HEUYER (G.), LANTUEJOUL (P.), LAROCHE (G.), LEVY-SOLAL (E.), LIAN (C.), MATHIEU (P.), MOCQUOT (P.), MONDOR (H.), MONOD (R.), MOREAU (R.), MOULONGUET (P.), OLIVIER (E.), PASTEUR VALLERY RADOT, PETIT-DUTAILLIS (D.), QUENU (J.), RICHET (C.), SENEQUE (J.), STROHL (A.), TANON (L.).

DOYEN . . . . . L. BINET
Membre de l'Institut

1er ASSESSEUR . . . . . Jean VERNE
2e ASSESSEUR . . . . . Gaston CORDIER

P R O F E S S E U R S

1° - CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a.- Professeurs titulaires :

	MM.
ANATOMIE	DELMAS (A.)
ANATOMIE PATHOLOGIQUE	DELARUE (J.)
ANESTHESIOLOGIE	BAUMANN (J.)
BIOCHIMIE MEDICALE	JAYLE (M.F.) SCHAFIRA (G.)
BIOLOGIE APPLIQUEE A L'EDUCATION PHYSIQUE & AUX SPORTS	CHAILLEY-BERT (P.)
BIOLOGIE MEDICALE	FAUVERT (R.)
CANCEROLOGIE MEDICALE ET SOCIALE	BERNARD (J.)
EMBRYOLOGIE	GIROUD (A.)
HISTOIRE DE LA MEDECINE & DE LA CHIRURGIE (Lariboisière)	N ...
HISTOLOGIE	VERNE (J.)
HYGIENE ET MEDECINE PREVENTIVE	JOANNON (P.)
MEDECINE DU TRAVAIL	DESOILLE (H.)
MEDECINE LEGALE	PIEDELIEVRE (R.)
MICROBIOLOGIE (Bactériologie et Virologie)	FASQUELLE (R.)
PARASITOLOGIE	GALLIARD (H.)

	MM.
PATHOLOGIE CHIRURGICALE	HUGUIER (J.)
PATHOLOGIE EXOTIQUE	LAVIER (G.)
PATHOLOGIE EXPERIMENTALE ET COMPAREE	MERKLEN (F.P.)
PATHOLOGIE MEDICALE	MILLIEZ (P.)
PATHOLOGIE RESPIRATOIRE	TURIAF (J.)
PATHOLOGIE & THERAPEUTIQUE GENERALES	BOUDIN (G.)
PHARMACOLOGIE	CHEYMOL (J.)
PHYSIOLOGIE	BINET (L.)
	BARGETON (D.)
PHYSIOLOGIE & PATHOLOGIE OBSTETRICALE	LEPAGE (F.)
PHYSIQUE MEDICALE	DOGNON (A.)
	DJOURNO (A.)
RADIOLOGIE MEDICALE	DESGREZ (H.)
TECHNIQUE CHIRURGICALE & CHIRURGIE EXPERIMENTALE	N ...
THERAPEUTIQUE	CONTE (M.)

b.- Professeurs à titre personnel :

BIOCHIMIE MEDICALE	DESGREZ (P.)
	POLONOVSKI (J.)
BIOLOGIE MEDICALE	BOURLIERE (F.)
EMBRYOLOGIE	TUCHMANN (H.)
HYGIENE & MEDECINE PREVENTIVE	DEPARIS (M.)
PARASITOLOGIE	BRUMPT (L.C.)
PATHOLOGIE CHIRURGICALE	LAURENCE (G.)
PHARMACOLOGIE	LEVY (Melle J.)
PHYSIOLOGIE	PARROT (J.)
PHYSIQUE MEDICALE	KELLERSHOHN (L.)

2° - CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

a.- Professeurs titulaires :

CLINIQUE CARCINOLOGIQUE CHIRURGICALE (Necker)		REDON (H.)
CLINIQUE CARDIOLOGIQUE (Broussais)		MOUQUIN (M.)
CLINIQUES CHIRURGICALES	Beaujon	LORTAT-JACOB (J.L.)
	Cochin	LEGER (L.)
	Hôtel-Dieu	PATEL (J.)
	Pitié	CORDIER (G.)
	Saint Antoine	GOSSET (J.)
	Salpêtrière	SICARD (A.)
	TENON	OLIVIER (Cl.)

MM.

CLINIQUE DE CHIRURGIE INFANTILE & ORTHOPEDIQUE	FEVRE (M.)
CLINIQUE CHIRURGICALE ORTHOPEDIQUE & REPARATRICE (Cochin)	MERLE d'AUBIGNE (R.)
CLINIQUE DE CHIRURGIE CARDIO-VASCULAIRE (Broussais)	GAUDART d'ALLAINES (F. de)
CLINIQUE DE CHIRURGIE PLEURO-PULMONAIRE (Laennec)	MATHEY (J.)
CLINIQUE ENDOCRINOLOGIQUE (Pitié)	DECOURT (J.)
CLINIQUE DE GENETIQUE MEDICALE (Enfants Malades)	LAMY (M.)
CLINIQUE GYNECOLOGIQUE (Broca)	FUNCK BRENTANO (P.)
CLINIQUE DES MALADIES CUTANEES & SYPHILITIQUES (Saint-Louis)	DEGOS (R.)
CLINIQUE DES MALADIES DES ENFANTS (Enfants Malades)	CATHALA (J.)
CLINIQUE DES MALADIES INFECTIEUSES (Claude Bernard)	MOLLARET (P.)
CLINIQUE DES MALADIES MENTALES ET DE L'ENCEPHALE (Sainte Anne)	DELAY (J.)
CLINIQUE DES MALADIES METABOLIQUES (Necker)	HAMBURGER (J.)
CLINIQUE DES MALADIES DU SANG (Broussais)	MARCHAL (G.)
CLINIQUE DES MALADIES DU SYSTEME NERVEUX (Salpêtrière)	CASTAIGNE (P.)
CLINIQUES MEDICALES Boucicaut	LENEGRE (J.)
Broussais	SOULIE (P.)
Cochin	JUSTIN-BESANCON (L.)
Cochin	BROUET (G.)
Hôtel-Dieu	BARIETY (M.)
Lariboisière	SEZE (S. de)
Pitié	DREYFUS (G.)
Saint-Antoine	KOURILSKY (R.)
CLINIQUE MEDICALE D'HYDROLOGIE THERAPEUTIQUE & CLIMATOLOGIE (Bichat)	DEBRAY (C.)
CLINIQUE MEDICALE PROPEDEUTIQUE (Broussais)	GENNES (L. de)
CLINIQUE MEDICO-SOCIALE DU DIABETE SUCRE & DES MALADIES DE LA NUTRITION (Hôtel-Dieu)	DEROT (M.)
CLINIQUE DE NEURO-CHIRURGIE (Pitié)	DAVID (M.)
CLINIQUE NEUROLOGIQUE (Salpêtrière)	GARCIN (R.)
CLINIQUES OBSTETRICALES Baudelocque	LACOMME (M.)
Foch (Suresnes)	MERGER (R.)
CLINIQUE OBSTETRICALE & GYNECOLOGIQUE (Port-Royal)	VARANGOT (J.)
CLINIQUE OPHTALMOLOGIQUE (Hôtel-Dieu)	RENARD (G.)
CLINIQUE OTO-RHINO-LARYNGOLOGIQUE (Lariboisière)	AUBRY (M.)
CLINIQUE DE PEDIATRIE & DE PUERICULTURE (Saint Vincent de Paul)	LELONG (M.)
CLINIQUE DE PEDIATRIE SOCIALE (Enfants Malades)	MARIE (J.)

MM.

CLINIQUE DE PNEUMO-PHTISIOLOGIE (Laennec)	BERNARD (E.)
CLINIQUE DE NEURO-PSYCHIATRIE INFANTILE (Salpêtrière)	MICHAUX (L.)
CLINIQUE DE RHUMATOLOGIE MEDICALE ET SOCIALE (Cochin)	COSTE (F.)
CLINIQUE STOMATOLOGIQUE (Pitié)	DECHAUME (M.)
CLINIQUE THERAPEUTIQUE CHIRURGICALE (Vaugirard)	ROUX (M.)
CLINIQUE THERAPEUTIQUE MEDICALE (Saint Antoine)	LEMAIRE (A.)
CLINIQUE TOXICOLOGIQUE	GAULTIER (M.)
CLINIQUE TRAUMATOLOGIQUE	PADOVANI (P.)
SEMEIOLOGIE MEDICALE	DOMART (A.)
SEMEIOLOGIE ET CLINIQUE CHIRURGICALE	POILLEUX (F.)
CLINIQUE UROLOGIQUE (Necker)	COUVELAIRE (R.)
HYGIENE & CLINIQUE DE LA PREMIERE ENFANCE	TURPIN (R.)

b.- Professeurs à titre personnel :

MEDECINE	BOUR (H.)
	LHERMITTE (F.)
	PEQUIGNOT (H.)

II.- PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGREGES & MAITRES DE CONFERENCES - AGREGES

ANATOMIE	MM. CABROL (C.), COUINAUD (C.), GILLOT (C.), OLIVIER (G.)
ANATOMIE PATHOLOGIQUE	Mlle GAUTHIER-VILLARS (F.) Pr. s. ch. MM. ABELANET (R.), BUSSER (F.), CHOMETTE (G.), GOUYGOU (CH.) M. Conf., NEZELOFF (Ch.), ORCEL (L.) PAILLAS (J.)
ANESTHESIOLOGIE	KERN (E.), VOURC'H (G.)
BACTERIOLOGIE	BARBIER (P.), CHRISTOL (D.), LE MINOR (L.), TOURNIER (P.)
BIOCHIMIE MEDICALE	BAULIEU (Et.) M. Conf., BOURILLON (R.), CARTIER (P.) DREYFUS (J. Cl.), GONNARD (P.), KRUH (J.), JEROME (H.)
BIOLOGIE APPLIQUEE A L'EDUCATION PHYSIQUE & AUX SPORTS	M. PLAS (F.)
CARCINOLOGIE	MM. BOIRON (M.), DENOIX (P.), MATHE (G.), SELIGMANN (M.)

DERMATO-SYPHILIGRAPHIE	MM. CIVATTE (J.), DUPERRAT (B.)
ELECTRO-RADIOLOGIE	M. LEDOUX-LEBARD (G.)
HEMATOLOGIE	MM. BESSIS (M.), BILSKI-PASQUIER (G.), DAUSSET (J.) , DUHAMEL (G.)
HISTOLOGIE	MM. COUJARD (H.) Pr. s. ch., MAROIS (M.), RACADOT (J.)
HYDROLOGIE	MM. BESANCON (F.), CORNET (A.)
HYGIENE	MM. BOYER (J.) Pr. s. ch., BLANCHER (G.), Mme CORRE-HURST (L.) M. SAPIN-JALOUSTRE (H.)
MALADIES INFECTIEUSES	MM. BASTIN (R.), DUPONT (V.)
MEDECINE LEGALE	MM. DEROBERT (L.) Pr. s. ch. FOURNIER (E.), GUENIOT (M.) HADENGUE (A.)
MEDECINE DU TRAVAIL	M. ALBAHARY (C.)
NEURO-CHIRURGIE	M. PERTUISET (B.)
OBSTETRIQUE	MM. GRANJON (A.), HERVET (E.),LE LORIER (G.) LEVY (J.), MORIN (P.), MUSSET (R.), ROBEY (M.), SENEZE (J.), SUREAU (G.), THOYER-ROZAT (J.).
OPHTALMOLOGIE	MM. BREGEAT (P.), DUBOIS (A), SARAUX(H.)
ORTHOPEDIE	MM. JUDET (R.), MEARY (R.), POSTEL (M.) RAMADIER (J.)
OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE	MM. DEBAIN (J.), PIALOUX (P.),
PARASITOLOGIE	MM. GOLVAN (Y.), LAPIERRE (J.)
PATHOLOGIE CHIRURGICALE	MM. BARCAT (J.), BINET (J.P.), CAUCHOIX(J.), CERBONNET (G.), CHATELIN (C.L.), DUBOST (Ch.),DUBOST (Cl.),FAUREL (J.), FLABEAU (F.),GARBAY (M.), GARNIER (H.), de GAUDART d'ALLAINES (Cl.),GERMAIN (A.), LATASTE (J.), LEVEQUE (B.), LOYGUE (J.), MERCADIER (M.), NATALI (J.), PELLERIN(D.) PERROTIN (J.), ROBERT (H.), THOMERET (G.)
PATHOLOGIE EXOTIQUE	SCHNEIDER (J.)

PATHOLOGIE EXPERIMENTALE	MM. BENHAMOU (J.P.), BERTHAUX (P.), BOIVIN (P.), CROSNIER (J.),HARTMANN(L.) LOEPER (J.), MAURICE (J.), MIKOL (Cl.) RICHET (G.)
PATHOLOGIE MEDICALE	MM. AUSSANNAIRE (M.),BOUVIER (J.), BOUVRAIN (Y.), BRICAIRE (H.),BRISSAUD (H BROCARD (H.), BUGE (A.), CATINAT (J.), CHRETIEN (J.), COBLENTZ (B.),CONTAMIN(F. COURY (C.),ETIENNE (J.P.),FREZAL (J.), FRITEL (D.),HENNEQUET (A.), HIMBERT (E.) HOUSSET (E.), LAROCHE (Cl.),LESOBRE (R.) MACREZ (C.), MOREAU (L.), NICK (J.), ROYER (P.), TOURNEUR (R.), WOLFROMM (R.)
PEDIATRIE-PUERICULTURE	MM. JOSEPH (R.), LAFOURCADE (J.),LEPERCQ (G MANDE (R.), MOZZICONACCI (P.),POLONOVSKI ROSSIER (A.), VIALATTE (J.) (C.)
PHARMACOLOGIE	MM.BOISSIER (J.), LECHAT (P.),
PHYSIOLOGIE	MM. BARRES (G.), DEJOURS (P.),DURAND (J.) GIRARD, M. Conf., HUGELIN (A.), SCHERRER (J.).
PHYSIQUE MEDICALE	MM. CHANTEUR (J.), GOUGEROT (L.) M. Conf. Pr. s. ch., GREMY (F.), M. Conf. MILHAUD (G.), PELLERIN (P.),ROUCAYROL (J. Cl.), TUBIANA (M.), M. Conf.
PNEUMO-PHTISIOLOGIE	MM. KREIS (B.), MEYER (A.), RENAULT (P.)
PSYCHIATRIE	M.PICHOT (P.)
PSYCHIATRIE INFANTILE	MM.DENIKER (P.), DUCHE (D.),FLAVIGNY (H) LAPRESLE (J.)
RHUMATOLOGIE	M. DELBARRE (F.)
STOMATOLOGIE	M. CERNEA (P.) Mme A.CHAPUT, M. Conf. Agr., M. GRELLET
THERAPEUTIQUE	MM. CHASSAGNE (P.), LAMOTTE (M.), MARCHE (J.)
UROLOGIE	MM. AUVERT (J.), MOULONGUET (A.), QUENU (L.)

III.- PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE (à titre permanent)

ANATOMIE	M. J. DEBEYRE
CLINIQUE CHIRURGICALE	MM. ABOULKER (P.) AMELINE (A.) Pr. s. ch., VERNE (J.M.)
CLINIQUE MEDICALE	MM. PERRAULT (M.), RAMBERT (P.) THIEFFRY (S.)
CLINIQUE OBSTETRICALE	MM. GRASSET (J.), MAYER (M.)
CLINIQUE OPHTALMOLOGIQUE	MM. DESVIGNES (P.), OFFRET (G.)
CLINIQUE OTO-RHINO-LARYNGOLOGIQUE	M. MADURO (R.)
CLINIQUE PEDIATRIQUE & PUERICULTURE	M. R. LAPLANE
CLINIQUE PSYCHIATRIQUE	M. H. BARUK
CLINIQUE UROLOGIQUE	M. R. KUSS

IV.- PROFESSEURS DETACHES DANS LES UNIVERSITES ETRANGERES

BACTERIOLOGIE	M. HAUDUROY (P.) Pr. s. ch.
PATHOLOGIE CHIRURGICALE	M. RUDLER (J.) Pr. s. ch.

V.- CHARGES DE COURS D'HYGIENE SCOLAIRE & UNIVERSITAIRE :

MM. BOLTANSKI (E.)
LAUNAY (C.)

Secrétaire Général de la Faculté	M. LENA (J.)
Secrétaire principale	Melle CHAINTREUIL (G.)
Conservateur en Chef de la Bibliothèque	M.le Docteur HAHN
Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine	M.le Docteur HAHN
Conservateur	Melle DUMAITRE (P.)
Bibliothécaires	Mmes CONTET (J.), FORGET (F.)
	Melles LAURENT (H.) LE NOIR (G.) QUIEVREUX (E.)

Par délibération en date du 9 Décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MA FEMME

Ce travail est un peu le sien.
Qu'elle le reçoive avec toute mon affection
et ma plus profonde tendresse

A ma Fille ANNE

A MES PARENTS

Je vous dédie ce travail en témpignage de mon affection et de ma reconnaissance.

Votre vie est le plus bel exemple qui me soit donné.

A MES BEAUX-PARENTS, FRERES, SOEURS

BEAUX-FRERES et BELLES-SOEURS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR R E N A R D

Officier de la Légion d'Honneur

Qui nous a fait le grand honneur

d'accepter la présidence de cette Thèse

A NOS MAITRES D'EXTERNAT :

Monsieur le Docteur VOISIN
Ophtalmologiste des Hôpitaux

Monsieur le Docteur SENECHAL
Ophtalmologiste des Hôpitaux

Monsieur le Professeur Agrégé DESWIGNES
Qui nous a longtemps admis dans son Service

Avec l'assurance de notre respectueuse reconnaissance pour avoir guidé nos premiers pas en Ophtalmologie.

A Madame le Docteur GODDE-JOLY,

Ophtalmologiste des Quinze Vingts

Qui nous a proposé et permis de réaliser cette thèse,

En témoignage de reconnaissance. Nous savons ce que nous lui devons et la remercions de cette année d'Internat passée dans son service.

A Monsieur le Professeur Agrégé DUBOIS-POULSEN,

Pendant un an, il nous a accepté comme Interne et nous le remercions de nous avoir attiré à la physiologie.

A Monsieur le Docteur GUILLAUMAT,

A Monsieur le Docteur MASSIN,

Ophtalmologistes des Quinze Vingts

Notre temps d'Internat s'enrichira à leur contact.

Cette thèse a été réalisée dans le Service de Radiologie des Quinze Vingts et vous remercions bien vivement Madame le Docteur GILLES de son aide.

INTRODUCTION

Au moment où le Centre National d'Ophtalmologie des Quinze-Vingts vient de créer un laboratoire d'électromyographie, dont nous nous sommes tout particulièrement occupé, il nous a paru utile de rassembler les indications d'ordre théorique et technique que nous avons pu recueillir pour notre usage personnel et pour ceux qui continueront cette entreprise ou qui, ailleurs, voudront utiliser ces moyens d'investigation encore assez peu répandus.

Nous pensons, en effet, que cet instrument très spécialisé et encore expérimental peut fournir des indications utiles sur la physiologie normale et la pathologie des muscles moteurs du globe oculaire.

L'électromyographie nous fait, en effet, saisir le mécanisme intime de la contraction musculaire, qui n'est pas parfaitement élucidé dans ses détails. La nature réelle de ses anomalies est encore moins bien connue.

Un exemple typique de ces difficultés est fourni par la recherche de la cause exacte des paralysies dites nucléaires progressives, bien connues en clinique, mais dont la pathogénie soulève encore des discussions.

D'emblée, cependant, il convient d'avoir présent à l'esprit que cette technique nouvelle ne fait que compléter les moyens d'investigation antérieurs, sans leur retirer leur valeur. Il s'agit, d'ailleurs, d'un instrument très particulier, très spécialisé, n'apportant que des données fragmentaires. Au reste, l'électromyographie, comme tout examen complémentaire, ne prend toute sa valeur qu'intégrée dans un contexte où la clinique garde la meilleure part.

Quoiqu'il en soit, les apports réalisés par ceux qui ont utilisé cette méthode sont assez remarquables pour qu'à notre tour nous essayions de contribuer à son étude. Nous n'envisagerons pas, ici, lesrésultats obtenus, une longue expérience étant nécessaire à l'interprétation et à la classification des tracés normaux ou pathologiques obtenus, et nous limiterons donc notre travail à une étude complète des principes de l'appareillage et de la bibliographie de l'électromyographie, en Ophtalmologie.

HISTORIQUE

L'histoire de l'électrodiagnostic débute en 1791, avec les expériences de GALVANI qui, de 1780 à 1797, découvre et étudie à la fois "l'électricité animale" et l'électricité produite par le contact de deux métaux différents, mais ne différencie pas ces deux phénomènes , et consigne ses travaux dans "De viribus Electricitatis in motu muscularis - Commentarius Mutinae - 1792". Plus qu'un courant d'action ou un potentiel de repos, il semble d'ailleurs avoir aperçu l'excitabilité électrique du muscle.

ROBILI et MATTEUCI multiplient les expériences (4.000) et celui-ci publie , le 22 février 1842, un "Essai sur les Phénomènes Electriques des animaux" et la même année, DUBOIS-RAYMOND affirme que ces courants sont produits par les muscles. En 1848, le même auteur considère, pour la première fois, séparément lesphénomènes d'excitation par les courants externes et la production de courants d'action. En 1851, en mesurant les courants d'un muscle en contraction, il jette les bases de l'électromyographie.

En 1871, grâce au "rheotome différentiel" de BERNSTEIN, le courant d'action est étudié point par point en fonction du temps et une courbe peut être tracée. Mais, c'est en 1872 qu'un grand pas est franchi grâce à l'électromètre capillaire de LIPPMANN et au galvanomètre de d'ARSONVAL , modifié en 1910 par EINTHOVEN qui réalise son galvanomètre à corde.

Pendant ce temps, en 1877, d'ARSONVAL branche un téléphone sur un muscle et r nd audible lescourants d'action dont le caractère répétitif, au cours de la contraction soutenue, trouve ainsi sa première démonstration expériemntale, et en 1887, WALLER enregistre le premier électromyogramme humain.

Pendant longtemps, les chercheurs durent se contenter de ce galvanomètre. Mais cet instrument était trop peu sensible et trop peu résistant pour étudier les électromyogrammes élémentaires. Pour obvier à ses inconvénients, les chercheurs devaient, en effet, employer des électrodes cutanées de dimensions considérables et donc moins résistantes. En effet, la résistance de contact de l'électrode punctiforme au sein d'un muscle est de l'ordre du Méga-ohm. Or, la résistance de la corde du galvanomètre est ordinairement de l'rodre de 2.000 ohms ; il en résulte une telle réduction des potentiels appliqués à la corde que celle-ci reste immobile. En effet, les tensions appliquées sont réduites suivant la formule :

$$\frac{Rc}{2\ Re + Rc} = \frac{2.000}{2.000.000 + 2.000} \quad \text{soit } \frac{1}{1.000} \text{ du potentiel}$$

d'action fourni par la fibre.

REHN, le premier, emploie des aiguilles enfoncées dans le corps musculaire. Mais ces aiguilles, nues sur toute leur longueur, ont une surface de contact encore importante et recueillent l'activité d'une multitude de fibres musculaires.

C'est avec ce matériel que PIPER enregistre et étudie les différents rythmes obtenus lors de la contraction musculaire. Les courbes obtenues sont d'aspect variable, avec des sommets arrondis. On peut lire des rythmes de 60 ou 100 cycles, auxquels PIPER a laissé son nom.

Depuis les tubes électroniques, l'amplification a permis de diminuer les aiguilles, pendant que l'enregistrement sur oscillographe cathodique (ERLANGER et GASSER 1926 - 1937) remplaçait le galvanomètre employé jusqu'alors et supprimait l'inertie. WACHALDER et RICHTER (1927) observent des fréquences basses (5-10 Ertz). Les premiers à rattacher ce rythme lent aux réponses d'une seule "unité motrice" (LINDELL et SHENINGTON 1925) furent DENNY-BROWN, lors d'études sur les réflexes de posture, et ADRIAN et BRONK, travaillant sur les réflexes du chat et la contraction volontaire de l'homme.

A cette occasion, ceux-ci introduisent l'électrode coaxiale et donnent ainsi à l'installation l'aspect qu'elle a encore.

Depuis, et grâce à ce matériel perfectionné, grâce à la facilité de son utilisation, les recherches se sont multipliées et ces trente dernières années, environ 1.200 publications sont parues sur la question, la plupart consacrées à l'électromyographie en neurologie. Nous ne ferons que citer les principales :

SWITT (1934) et LINDSLEY (1936) reprennent la question et vérifient les résultats antérieurs. LINDSLEY étudie l'électromyogramme élémentaire au cours de la myasthénie et de certaines maladies du système nerveux central. DENNY-BROWN et PENNY-BAKER se sont attachés à l'étude des fibrillations et fasciculations et les différencient en 1938. DENNY-BROWN étudie la myotonie en 1941.

IRGEBRITSM applique l'électromyographie aux tremblements ; BUCHTAL et CLEMMESEN, au Danemark, tentent de distinguer les atrophies musculaires neuropathiques ou myopathiques et font une excellente étude de la myotonie. Jusqu'alors l'électromyographie est restée entre les mains des physiologistes, et c'est avec BUCHTAL qu'elle entre dans le domaine des cliniciens (Congrès de Paris 1949). TURPIN, LEFEBVRE et LERIQUE ont montré l'aspect si spécial de l'électromyographie au cours de la tétanie, caractérisée par la répétition sous forme de doublets ou de multiplets des potentiels d'action (Thèse de CATHALA). TOURNAY et FESSARD étudient le rythme des potentiels. L'Ecole strasbourgeoise est connue par les nombreux travaux de THIEBAUT, MARX et ISCH (1957). Enfin, SCHERER s'est surtout livré à l'étude de la fatigue et de son action sur les tracés. Citons, en terminant, DUMOULIN et AUCREMANNE pour leur excellente bibliographie de 800 titres.

L'électromyographie a donc une longue et riche histoire, mais ce n'est qu'en 1952 qu'apparaissent les premiers tracés effectués sur les muscles oculaires.

BJORK et KUGELBERG qui en sont les auteurs notent une amplitude et une durée très réduite, le quart de ceux du premier inter-osseux dorsal, et insistent sur le petit nombre de potentiels polyphasiques qu'ils estiment en rapport avec la taille des unités motrices. Ils étudient le nystagmus opto-cinétique.

BREININ (1955-1958) donne la preuve électro-myographique de la propriocepti n des muscles oculaires, étudie le sommeil, l'anesthésie et le strabisme.

BLODI et Van ALLEN précisent le syndrome de MOEBIUS et montrent les effets des paralysies du sympathique cervical sur les muscles extrinsèques de l'oeil.

KUBOKI s'est surtout attaché au rythme des potentiels dans les muscles oculaires.

HUBER (1957) fut le premier à avoir utilisé l'E.M.G. sur la musculature oculaire dans la myasthénie.

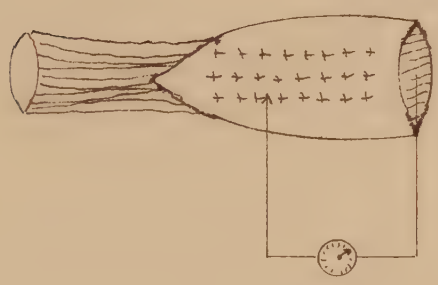
Récemment, enfin, les publications se sont multipliées puisqu'on en compte 200 pour ces dix dernières années. Nous ne ferons que signaler les travaux français :

LEFEBVRE et Madame BRAUN-VALLON aux Enfants-Malades, ont effectué plusieurs études sur la question, la thèse de Madame SAVARY en fait la mise au point. A Montpellier, VIALLEFONT et ses Collaborateurs ont publié quelques cas de paralysie oculaire, repris dans la thèse de COSTEAU qui constitue un très bon document.

NORDMANN et BURGER enfin, étudient la question depuis 1956, mais insistent sur la nécessité d'établir avec précision les caractéristiques d s tracés normaux et attendent une documentation suffisante pour faire connaître leurs travaux.

PRINCIPE

Tout muscle est le siège de potentiels électriques statiques dont la répartition constitue la "polarisation". La surface du muscle est chargée positivement, à l'état de repos, et l'intérieur négativement. L'expérience fondamentale de GALVANI consiste à détecter cette différence de potentiels entre la surface et la tranche de section d'un muscle au repos.

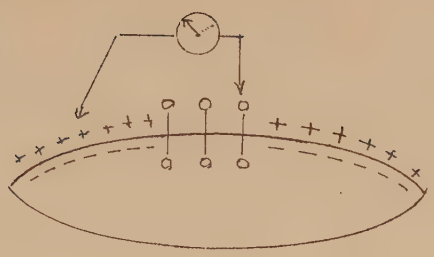


GALVANI 1791

Cette expérience réalisée à l'échelle du muscle peut être reproduite à l'échelle de la fibre musculaire. Une électrode placée au contact de la fibre musculaire enregistre donc une polarisation par rapport à un point neutre.

Lors de la contraction musculaire, les potentiels de surface et de profondeur s'annulent. Il en résulte donc une négativation relative de la surface et cette négativation décrit la longueur de la fibre musculaire, d'où l'apparition d'une onde de négativation, suivie aussitôt de la repolarisation (DUBOIS-REYMOND).

L'électromyographie consiste à détecter cette onde et à l'enregistrer.



DUBOIS-REYMOND 1848

Cet enregistrement peut se faire selon deux protocoles différents :

- la contraction du muscle entraîne un mouvement ; il y a variation de la longueur de muscle, mais sa tension reste constante : c'est la contraction isotonique, que l'on étudie le plus généralement ;

- la contraction du muscle est contrecarrée par une force opposée ; la longueur du muscle ne varie pas, seule une augmentation de la tension musculaire traduit l'effort effectué : c'est la contraction isométrique.

L'aiguille employée lors de l'électromyographie étant fine n'explore qu'une seule ou un petit nombre de fibres musculaires, au sein d'un muscle. On enregistre ainsi le potentiel d'action de la fibre musculaire. Ce potentiel d'action , qui s'accompagne de modifications mécaniques de la fibre, est déclenché par l'influx nerveux, suivant un mécanisme que nous allons maintenant étudier.

PHYSIOLOGIE NEURO MUSCULAIRE

L'influx nerveux , qui prend naissance au niveau des cellules des cornes antérieures de la moëlle, ou au niveau des noyaux moteurs des nerfs crâniens par les muscles oculaires, se propage jusqu'à l'extrémité des arborisations terminales du nerf. Il en résulte à ce niveau une production d'Acétyl-choline, au sein de la plaque motrice, ainsi que l'a montré COUTEAUX en y décelant la présence de choline - esterase.

Ce médiateur chimique provoque une modification de la perméabilité des membranes cellulaires nerveuses et musculaires aux différents ions ; il en résulte un phénomène bio-électrique : c'est le potèntiel de plaque.

Ce potentiel de plaque est un relais entre le potentiel d'action du nerf et le potentiel d'action de la fibre musculaire. En répétant l'expérience de Cl. BERNARD - curarisation qui fait disparaître le potentiel d'action de la fibre musculaire - ce potentiel de plaque peut être recueilli par une micro-électrode, sur une préparation nerf-muscle isolé .

Ce potentiel est :

- plus long que celui de la fibre musculaire,
- moins important,
- sans seuil et ne suit pas la loi du tout ou rien,
- susecptible de sommation, car il n'existe pas de période réfractaire ;
- il ne se propage pas,
- et subit un décrêtement spatiel.

Quand ce potentiel devient suffisamment élevé (20-30 milli-volts) il déclenche le potentiel d'éction de la fibre musculaire.

Le potentiel d'action de la fibre musculaire :

- obéit à la loi du tout ou rien ;
- se propage suivant le mécanisme des circuits locaux de HERMANN, à une vitesse qui varie de 2,8 à 6 mètres/seconde, suivant les muscles = soit le 1/10 de celle du nerf ;
- laisse une période réfractaire derrière lui ;
- ne subit pas de décrêtement spatial.

A l'échelle du muscle et non plus de la fibre, deux phénomènes modifient cependant ces caractéristiques :

Le recrutement spatial : si le travail requiert un effort plus intense, un plus grand nombre de fibres entrent en jeu ;

La sommation temporelle : chaque fibre se contracte à une fréquence plus grande pour un effort plus important. Mais MARGARIA a cependant récemment mis en garde contre une exagération de l'importance accordée à ce phénomène, et montré que la fréquence augmente assez peu dans les limites physiologiques ; ce n'est qu'au voisinage de l'effort maximum que se produit une nette augmentation de fréquence.

La propagation du potentiel d'action du muscle s'accompagne d'un raccourcissement et d'un gonflement du muscle. Le phénomène mécanique est ainsi parallèle au phénomène électrique, mais dix fois plus lent que lui. L'étude du phénomène électrique permet ainsi d'explorer le phénomène mécanique et lors d'une paralysie. par exemple, la réapparition du phénomène électrique permet d'augurer la réapparition du phénomène mécanique.

L'enregistrement de ce potentiel d'action musculaire constitue l'électromyographie ; cet enregistrement peut se faire :

. sur une ou plusieurs fibres :
= électromyogramme élémentaire ;

. sur le muscle dans son ensemble :
= éléetromyogramme global.

Les tracés obtenus varieront cependant beaucoup suivant le muscle exploré. Les tracés obtenus au niveau des muscles oculaires sont, entre autres, très différents de ceux des muscles squelettiques, en raison de particularités dont l'anatomie rend compte.

ANATOMIE DES MUSCLES OCULAIRES

L'ANATOMIE MACROSCOPIQUE

L'anatomie macroscopique nous intéressera peu. Contentons-nous de rappeler la distance de l'insertion au limbe et la longueur du tendon, puisqu'elles indiquent la place obligatoire de l'aiguille dans le corps musculaire et constituent ainsi le rapport anatomique essentiel :

- Droit supérieur 7,7 + 5,8 = 13,5 mm
- Droit externe 6,9 + 8,8 = 15,7 mm
- Droit inférieur 6,5 + 5,5 = 12 mm
- Droit interne 5,5 + 3,7 = 9,2 mm

L'ANATOMIE MICROSCOPIQUE

L'anatomie macroscopique sert beaucoup plus la compréhension des phénomènes et nous retiendra donc plus.

- les fibres musculaires sont très différenciées et très fines, lesplus fines de l'organisme parmi les muscles soumis à la volonté. Leurs dimensions varient cependant dans d'assez larges proportions, de 10 à 50 μ de diamètre (COOPER , DANIEL)- VOSS trouve, quant à lui, que le rapport des diamètres extrêmes est de 1 à 4 ; les plus nombreuses ont un diamètre de 0,009 à 0,011 mm. WOOLLARD (1931) en voit de trois dimensions : les plus fines de ces fibres sont situées à la périphérie et aux extrémités, alors que les plus grosses sont disposées au centre et que les fibres moyennes occupent dans l'ensemble une situation intermédiaire.

- les fibres sont disposées dans la direction d'action du muscle. Elles sont longues et s'étendent parfois d'une extrémité à l'autre du muscle (LOCKHART et BRANDT - 1938) mais la preuve de ce fait manque cependant encore (VOSS 1957) et COOPER aurait même vu des fibres circulaires ou transversales.

- Elles sont formées d'un sarcoplasme finement granuleux au milieu duquel on voit des myofibrilles. Ce sarcoplasme est disposé autour d'un gros noyau marginal chromophile allongé, et recouvert par le sarcolemme Les caractères des myofibrilles permettent de classer les fibres musculaires extra-oculaires en trois catégories :

  . fibres à nombreuses fibrilles,

  . fibres à sarcoplasme abondant, qui semblent particulières aux muscles oculaires (DUKE ELOLER) ;

  . fibres à fibrilles spiralées et à fibrilles centrales (THULIN 1914 - repris par COSTEAU Thèse 1962).

- Chaque fibre est entourée d'an endomysium riche en fibres élastiques; un périmysium interne groupe certaines fibres, mais la disposition fasciculaire reste, dans l'ensemble, peu nette ; les cloisons interfasciculaires de tissu fibro-élastique contiennent les nerfs et les vaisseaux. A la périphérie du muscle, elles constituent le périmysium externe. L'importance de ce tissu élastique explique d'une part la contraction passive après allongement, et d'autre part, le tonus de base permettant une contraction rapide (SHIEFFERDEKER 1904).

D'après IRVINE (1936) le sarcoplasme est abondant, ce qui est l'une des caractéristiques des fibres rouges et depuis quelques livres d'histologie (JORDAN 1947, BREMER 1944) citent les muscles oculaires comme exemple de muscles contenant le plus de fibres rouges. Les fibres des muscles rouges sont habituellement fines et se contractent lentement. Quelques ouvrages de physiologie décrivent cependant

les muscles oculaires comme faits exclusivement de fibres blanches, ce qui semble correspondre davantage à leur rapidité de contraction. Pour d'autres, enfin, ils seraient mixtes.
En fait, tout ceci est plus ou moins académique, et les histologistes modernes utilisent d'ailleurs de plus en plus rarement la classification blanc/rouge.

Ces fibres musculaires sont très richement innervées ; les fibres nerveuses sont, en effet, très nombreuses et de deux types :

FIBRES NON MYELINISEES : abondantes surtout aux extrémités, près des tendons et se terminant en spirale autour de fines fibres musculaires ou tendineuses : fuseau neuro-musculaire de KÖLLIKER, ayant probablement un rôle proprioceptif, et pouvant jouer dans l'appréciation des relations spatiales.

FIBRES MYELINISEES ORDINAIRES se terminant, en général, par la plaque motrice habituelle, après que la fibre ait perdu sa myéline et ne soit plus recouverte que de sa gaine de Schwann, au niveau des arborisations terminales des fibres nerveuses.

A l'extrémité de chacune des branches de cette arborisation, se trouve un volumineux amas cytoplasmique, le cône de DOYERE, contenant de nombreuses mitochondries et des noyaux de deux types :

- les uns : d'aspect musculaire,
- les autres : semblables aux noyaux des cellules de la gaine de Schwann.

Cet amas est serti par la fibre musculaire creusée à ce niveau d'une cuvette indentée, ces indentations étant dues à des replis de la membrane musculaire. Cet ensemble musculaire sertissant la terminaison d'une arborisation nerveuse est l'organe sous-neural.

Il y a donc solution de continuité anatomique entre l'extrémité de chaque arborisation et l'organe sous-neural, mais à ce niveau se produisent des phénomènes chimiques et électriques interdépendants qui établissent une continuité physiologique. C'est à cet ensemble anatomo-physiologique où le mécanisme acétyl-choline - cholinestérase joue un rôle prédominant que l'on réserve le nom de plaque motrice.

Des recherches récentes (WALTER 1954-1955) reprenant lestravaux initiaux de BOEKE (1926) ont cependant montré deux autres variétés de terminaison :

- à côté des plaques motrices proprement dites, on peut voir de fines et petites terminaisons formant des boucles dans ou hors de la plaque motrice. BOEKE les regardait comme des terminaisons du système nerveux autonome, mais WALTER y voit des terminaisons des nerfs crâniens.

- enfin, on peut voir un fin réseau en treillis étendu sur les fines fibres musculaires, mais elles apparaissent issues du plexus péri-vasculaire plutôt que des nerfs crâniens, et semblent ainsi être des terminaisons sympathiques.

Quoiqu'il en soit, de ce mode exact de terminaisons, l'essentiel est de remarquer qu'une seule fibre nerveuse, de par ses divisions et son arborisation terminale, innerve un nombre plus ou moins grand de fibres musculaires. Un seul neurone tient sous sa dépendance plusieurs fibres musculaires. C'est à cet ensemble que SHERRINGTON a donné le nom d'unité motrice et LAPIQUE de grappe myo-neurique.

1.- LE RAPPORT D'INNERVATION D'UN MUSCLE :

Est le rapport du nombre d'axones par rapport au nombre de fibres musculaires. Il mesure en conséquence la dimension moyenne des unités motrices d'un muscle.

Alors que pour le soléaire, par exemple, il est de 1/730, pour le jambier antérieur de 1/600, ou pour les interosseux de 1/300, il varie pour les muscles oculaires et selon les auteurs de 1/3 à 1/10 ; en moyenne 1/7.

Les unités motrices des muscles moteurs du globe sont donc très petites ; ces muscles sont très richement innervés. Cette particularité rend compte de la richesse des tracés, de l'aspect quasi myogène des réponses normales, puisqu'à une fibre nerveuse correspond déjà normalement un petit nombre de fibres musculaires. Lors d'une affection dégénérative frappant électivement les fibres musculaires, c'est-à-dire lors d'un processus dit myogène, il sera donc difficile d'apprécier la diminution du rapport d'innervation et l'augmentation des influx nerveux par rapport à la contraction obtenue. C'est dire les difficultés d'interprétation que présente l'électromyographie des muscles oculaires.

Ailleurs, en effet, dans l'organisme , la diminution des fibres musculaires dans une atteinte motrice aboutit à un rapport d'innervation comparable à ce qui est normal dans un muscle oculaire.

2.- AU SEIN D'UNE MEME UNITE MOTRICE :

lesplaquesmotrices ne sont pas immédiatement voisines, groupées en un même point, mais il existe une dispersion spatiale en bandes d'innervation longitudinales ou transversales.

Au sein d'une même unité motrice on obtiendra donc des réponses modifiées suivant la localisation exacte de l'aiguille, en raison du plus ou moins grand éloignement des diverses plaques, de la plus ou moins grande conductibilité des différentes fibres musculaires formant l'unité.

3.- L'INNERVATION POLYNEURALE :

Est le fait pour une fibre musculaire de recevoir plusieurs fibres nerveuses d'axones différents.

Ce mode d'innervation est courant pour les muscles du larynx - où le rapport d'innervation est d'ailleurs de 1/1- Il est difficile de savoir s'il en est de même au niveau des muscles du globe. COERS et WOLFF (1954) BOWDEN (1960) le prétendent. Ce fait, par les phénomènes de suppléance nerveuse qu'il suppose, ne manquerait pas de compliquer encore l'étude électrique des atteintes d'origine nerveuse, c'est-à-dire des processus neurogènes.

Nous avons, au cours de ce rappel, tiré les conséquences qu'auraient sur les tracés les particularités anatomiques de ces muscles. Contentons-nous de souligner la petitesse des fibres musculaires et leur riche innervation, expliquant les courants d'action peu voltés et très nombreux.

TECHNIQUE

Le problème consiste donc à détecter ces courants d'action au niveau du muscle, à les amplifier suffisamment et à les visualiser.

I.- DÉTECTION

L'ELECTROMYOGRAPHIE GLOBALE des muscles oculaires a été peu pratiquée ; elle consisterait à appliquer une électrode large sur le muscle à étudier et à recueillir ainsi un courant global, résultat de l'ensemble des courants élémentaires ; elle se heurte à deux difficultés :

- difficulté de détecter des courants aussi faibles lorsque l'on n'est pas au sein même du muscle ;
- difficultés d'interprétation d'un tracé aussi global ou des modifications localisées ou minimes seraient noyées dans la masse des potentiels recueillis.

Il semble, qu'il y ait, cependant là, domaine à recherches.

L'ELECTROMYOGRAPHIE ELEMENTAIRE est beaucoup plus courante. Elle consiste à introduire des électrodes effilées isolant une ou quelques unités motrices, et à en recueillir les potentiels d'action.

Les électrodes utilisées dans ce but sont, en général, des aiguilles intra-musculaires assez fines ; à l'intérieur desquelles des fils isolés apparaissant à l'extrémité servent de conducteurs électriques ; on utilise l'électrode coaxiale mono- ou bipolaire de BRONKE de 6 à 8/10 mm.

Trois techniques ont été utilisées :

Technique de BJORK :

= une électrode monopolaire filiforme dans le muscle, et une électrode indifférente placée ailleurs, par exemple sous la nuque.

Technique d'ADLER :

= une électrode bipolaire isolée.

Technique de GEE :

= 2 électrodes monopolaires distinctes placées dans le muscle à étudier, séparées par une distance de 5 mm. ; cette méthode supprime tous les doutes sur l'origine des potentiels recueillis ; elle semble moins traumatisante, les aiguilles pouvant être plus fines, mais elle est source de difficultés techniques plus grandes, les aiguilles se touchant facilement,

Nous utilisons des électrodes bipolaires isolées ; l'aiguille constituant blindage, l'un des fils étant le fil indifférent et l'autre l'électrode détectrice.

En raison de l'amplification importante subie par les potentiels recueillis, il importe d'éviter au maximum les sources de parasites dès la détection, d'où la nécessité du blindage des câbles et du travail en cage de FARADAY, le sujet étant, en outre, lui-même relié à la terre par une plaque posée à la surface du corps.

2.- AMPLIFICATION

L'amplification utilise une chaîne d'amplification de type courant, mais dont les caractéristiques techniques doivent être suffisamment bonnes : il faut, en effet, obtenir une amplification suffisante, tout en conservant au signal d'entrée son aspect, et tout en éliminant au maximum les parasites.

Il est donc nécessaire d'avoir des amplificateurs différentiels, amplifiant différemment les tensions électriques suivant qu'elles arrivent sur les bornes d'entrée, c'est-à-dire sur les grilles d'entrée, en concordance ou en opposition de phase ; les premières sont peu amplifiées ; les autres le sont beaucoup. Le facteur de mérite de la chaîne d'amplification est le rapport entre l'amplification de signaux entrés en concordance et en opposition de phase, et ce facteur est couramment de l'ordre de 10.000.

Mais ce résultat exige des étages d'une symétrie parfaite afin que cette concordance de phase ne soit pas modifiée par l'appareil.

Les parasites arrivent en concordance de phase et sont peu amplifiés. Le signal étudié entre en opposition de phase et est considérablement amplifié.

Il est, en outre, nécessaire que l'amplification ne modifie pas l'aspect du signal injecté, en particulier qu'il ne provoque pas de décrêtement, ce qui se produit lorsqu'il est utilisé au-delà de ses possibilités réelles.

Il faudra enfin s'assurer du rôle de la fréquence sur l'amplification, les qualités de l'appareil diminuant avec l'augmentation de fréquence du signal. Il faudra donc s'assurer que l'appareil conserve ses caractéristiques à la fréquence où l'on travaille, c'est-à-dire que l'affaiblissement reste faible. Le fabricant fournit, dans ce but, la bande passante de son matériel. Dans le cas présent, il suffit qu'une fréquence de 1.000 cycles/seconde soit correctement transmise.

3.- VISUALISATION

Plusieurs procédés sont utilisables et d'ailleurs employés conjointement dans la plupart des cas :

- La visualisation sur l'écran d'un oscillographe cathodique ordinaire est la méthode la plus simple et la plus employée.

  Elle est nécessaire car elle est caractérisée par une absence d'inertie, indispensable pour l'étude de ces courants brefs et rapides .L'enregistrement par plumes se heurterait à ces difficultés.

  Sur l'écran fluorescent du tube cathodique, le faisceau d'électrons vient former une tache lumineuse. Le courant étudié est appliqué sur deux plaques horizontales situées de part et d'autre de ce faisceau et suivant l'amplitude et le sens du courant ainsi appliqué,provoque un déplacement plus ou moins rapide, plus ou moins ample, dans l'un ou l'autre sens du faisceau et donc du spot. Deux autres plaques verticales reçoivent un courant sinusoidal régulier ayant pour effet d'étaler sur un plan ces déplacements jusqu'alors linéaires.

  On peut, dès lors, apprécier sur l'écran la fréquence, l'amplitude et les divers aspects du potentiel d'action recueilli dans le muscle.

  Ces phénomènes sont fugaces et rapides et on a souvent intérêt à les enregistrer afin de conserver un document au dossier, et afin d'étudier les tracés dans le détail. On pourra, dans ce but, photographier l'écran de l'oscillographe s'il s'agit d'un tracé continu, ou mieux filmer le tracé obtenu.

- On utilise dans ce but une caméra industrielle prévue à cet effet, qui provoque un simple déroulement continu du film devant l'écran, et alors que le balayage est arrêté, le déplacement du film assurant l'étalement du spot.

  La brièveté et la fréquence des potentiels d'action dans le muscle nécessitent, pour que le film soit lisible, de grandes vitesses de déroulement et une vitesse de 20 cm/sec. semble un minimum. Il est utile de pouvoir employer des vitesses plus grandes. On n'est guère limité dans ce domaine puisque les caméras du commerce défilent couramment jusqu'à 6 m/sec.

  Les procédés photographiques ayant récemment fait des progrès considérables, on pourra employer indifféremment film sensible ou papier sensible.

- L'installation sera enfin complétée par un enregistrement acoustique. En effet, la dérivation des courants obtenus sur une chaîne acoustique produira des sons dont la tonalité et la fréquence sont variables avec les caractéristiques du courant étudié - et très souvent, les meilleurs renseignements seront obtenus par l'audition de ces bruits secs ou sourds, claquants, en salves, ou crépitant en mitrailleuse.

  Ainsi, lors de l'introduction de l'aiguille et alors que l'observateur, attentif à cette opération, ne peut surveiller son écran, l'audition des crépitations caractéristiques le renseigne sur les tissus traversés au cours de sa progression.

  Ces sons pourront, en outre, être recueillis sur un magnétophone ordinaire.

Notons, enfin, que la physiologie des muscles oculaires est en grandepartie liée à la notion d'agonistes et d'antagonistes , que l'on rencontre couramment des modifications des paires conjuguées synergiques ou antagonistes codifiées par les lois de SHERRINGTON et de HERING, et qu'il y a, par conséquent, intérêt à étudier simultanément deux muscles oculaires lors d'un mouvement donné. Il est donc utile de posséder deux chaînes distinctes d'enregistrement pour chacun des muscles étudiés, les procédés de commutation électronique étant, en effet, à rejeter. Il faudra donc prévoir deux chaînes d'amplification séparées, et des oscillographes bicourbes. Lorsqu'on travaille avec une seule courbe, la deuxième pourra servir à étalonner les tracés, servant de base de temps ou d'amplitude. Dans un but expérimental, certains ont réalisé trois chaînes parallèles (VIALLEFONT) ou même quatre (JAMPOLSKY). Il semble, en pratique, difficile d'introduire 4 aiguilles simultanément dans lesmuscles oculaires, et on peut de plus se demander si on n'introduit pas ainsi de notables causes d'erreurs dans les mouvements du globe.

AU TOTAL, une installation type pourra donc comprendre :

- deux chaînes d'amplification, dont les entrées sont reliées aux aiguilles placées dans les muscles à étudier et dont les sorties sont branchées sur l'oscillographe ;

- un oscillographe bicourbe servant à l'enregistrement photographique ou cinématographique des deux phénomènes simultanés observés, associé à caméra ou appareil photographique ;

- un oscillographe ordinaire, branché en parallèle, placé sous la vue de l'observateur pendant ces enregistrements, servant à en contrôler l'aspect, et suffisant dans les cas courants ;

- une chaîne acoustique fonctionnant de pair avec lui, branchée elle aussi sur la sortie de l'amplificateur, et permettant l'audition des potentiels détectés. Cette chaîne devra pouvoir être déconnectée et contrôler la deuxième chaîne d'enregistrement lors des études simultanées, pendant que l'oscillographe de contrôle surveille la première chaîne.

Le tout sera placé avec l'observateur et le malade dans une cage de FARADAY ; il faudra y adjoindre :

- un laboratoire photographique pour le traitement des films ;

- un bloc de rangement des documents obtenus. En raison des longueurs impressionnées à chaque examen, les problèmes de classement des films sont en effet rapidement à l'ordre du jour.

Telle est l'installation-type de l'électromyographie oculaire.

Il n'est pas inutile de préciser que l'installation d'un tel matériel nécessite une connaissance suffisante de son fonctionnement, certains paramètres devant être constamment vérifiés, certains étalonnages répétés fréquemment ; faute de quoi, toute mesure devient illusoire et aboutit à de grossières erreurs d'interprétation des tracés.

Ainsi, la résistance de l'aiguille, le gain de l'appareil, le cadrage des tracés sont variables avec les jours ; le facteur de mérite de l'amplificateur dépend du réglage précis des tensions appliquées aux grilles, et ce réglage est à effectuer constamment. La technique doit donc être minutieuse, rigoureuse, et toujours soumise à la critique.

Une séance d'électromyographie doit donc se dérouler suivant un schéma défini et standardisé. Après vérification de l'appareillage, réglage, étalonnage, et élimination des parasites, le malade est introduit, allongé, et rassuré sur la bénignité et l'innocuité de l'examen. Une anesthésie par instillation de cocaïne à 2 % est effectuée. Une légère prémédication par Nembutal aura pu être pratiquée, mais n'est pas indispensable.

Pendant qu'un ophtalmologiste introduit les aiguilles-électrodes dans les muscles oculaires, et fait effectuer au patient les divers mouvements étudiés, un aide surveille les tracés et enregistre les plus intéressants ; ces enregistrements sont effectués pour des contractions d'intensité bien définie par l'angle de rotation de l'oeil, et standardisée par l'emploi d'un périmètre placé devant le sujet ou l'inscription de repaires gradués sur le plafond de la pièce.

Un tracé pourra ainsi être enregistré de 10 en 10 °, de la position primaire à la contraction maximale, de la position primaire à la position de silence électrique lors de la contraction maximale de l'antagoniste.

L'instillation d'un collyre antibiotique en fin d'examen semble une sage précaution.

RESULTATS

Nous n'étudierons pas ici le détail des résultats obtenus lors des enregistrements, parce qu'il nous faut d'abord enregistrer un grand nombre de tracés chez des sujets normaux, afin d'en bien définir les caractéristiques normales et les variations physiologiques. Contentons-nous d'en indiquer les principales caractéristiques :

On recueille des potentiels ayant une durée de l'ordre de 1 à 2 millisecondes, d'après BJORK et KUGELBERG , un milliseconde pour MAGEE.

GAMSTORP trouve une durée moyenne de 1,7 millisecondes , en reprenant pour la durée d'un potentiel la définition qu'en a donné BUCHTAL : intervalle de temps entre la déflexion initiale à partir de la ligne de base, et le moment où la déflexion terminale rejoint la ligne de base.

La forme de ces potentiels, d'après HUBER, est caractérisée par une oscillation négative, dite potentiel de pointe, modifiée par des pré- et post-oscillations positives, réalisant ainsi une onde d'excitation bi ou triphasique.

Le voltage de ces potentiels est assez variable ; suivant la position de l'aiguille, l'intensité de la contraction. BJORK indique 20 à 150 μV , CROTEAU 200 à 400 μV , mais MAGEE, au repos, note 1,5 μ volts, des chiffres plus élevés étant dus, d'après lui, à la sommation de plusieurs potentiels élémentaires.

La fréquence, enfin, varie de 25 à 250 cycles/secondes.

RESULTATS

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

En réalité, plus que des chiffres précis, nous avons voulu indiquer là des ordres de grandeur conditionnant les caractéristiques de l'appareillage, puisqu'en définitive ces résultats, pour valables qu'ils soient, sont donnés en dehors de toutes références aux conditions de mesure, et notamment, à l'intensité de la contraction.

En toute logique, l'étude des résultats devrait comporter l'étude analytique des potentiels et l'étude globale des tracés.

L'ETUDE ANALYTIQUE DES POTENTIELS D'ACTION pris isolément portera : sur :

- leur aspect qui est mono, bi ou polyphasique, cet aspect varie avec le siège de l'aiguille, car lesplaques motrices sont réparties longitudinalement dans l'unité motrice et il existe des variations de vitesse de l'influx nerveux d'une fibre à l'autre ;

- leur durée qui varie avec l'âge et double de 4 à 80 ans, la température , la durée augmentant si la température diminue, et enfin le type de l'électrode;

- leur amplitude qui varie avec le type de l'électrode, la place de l'aiguille, l'intensité de la contraction .

L'ETUDE GLOBALE DES TRACES :

Doit tenir compte, au premier chef, de l'intensité de la contraction, faute de quoi toute interprétation sera fantaisiste ; elle comprendra :

- l'étude du rythme des potentiels ;

- l'étude du voltage et de ses variations, avec référence à l'étalonnage. Un artifice technique utile consiste à dériver les potentiels vers des condensateurs qui

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

les accumulent et se déchargent soit à intervalle fixe, soit pour une quantité donnée de courant, permettant ainsi l'intégration des tracés obtenus et la représentation linéaire de l'activité électrique du muscle;

- l'appréciation statistique, enfin, du nombre de potentiels d'aspect particulier, (polyphasie, etc...) des groupements de potentiels, de potentiels répétitifs, etc .....

Cette étude est difficile ; elle nécessite un observateur averti des tracés oculaires, connaissant les difficultés et les limites de l'électromyographie pour en obtenir les renseignements qu'elle peut donner, pour ne pas y chercher ce qu'elle ne peut pas donner.

DIFFICULTÉS ET LIMITES DE L'ELECTROMYOGRAPHIE

LES DIFFICULTES D'ORDRE TECHNIQUE :

Sont, en général, résolues par un matériel adapté, complet, constamment tenu en ordre de marche, vérifié fréquemment, et étalonné.

Les aiguilles doivent être fines, bien isolées, pas trop souples ; celles employées couramment sont trop longues et présentent une trop grande inertie lors des mouvements du globe. Elles font en effet 6/10 de mm. et ont 3 à 4 cm. de longueur. Une longueur de 1 cm. paraît suffisante. Mieux encore, une aiguille courte, en forme de hameçon, paraîtrait convenir étant donné le caractère superficiel de ces muscles et la grande mobilité de l'équipage. Le bas-voltage - 1/4 de celui des muscles squelettiques - nécessite une amplification plus grande, c'est-à-dire un déparasitage plus soigné.

Les muscles oculaires sont peu épais , difficiles à isoler pour les obliques, et la localisation peut donc parfois présenter des difficultés. On juge du bon emplacement de l'électrode par la captation des potentiels caractéristiques. Si le muscle est pathologique, ce test de localisation peut évidemment faire défaut.

Enfin, l'implantation d'une ou deux aiguilles dans les muscles oculaires extrinsèques, sous anesthésie de contact par instillation, sans être douloureuse, est évidemment désagréable et surtout impressionnante - Il s'ensuit une exclusion de fait des enfants et des sujets pusillanimes.

A ces difficultés techniques, s'ajoutent :

DES DIFFICULTES D'INTERPRETATION :

- Les artéfacts sont plus nombreux qu'ailleurs, liés aux mouvements du patient, à la mauvaise position de l'aiguille, aux parasites électriques recueillis par une aiguille longue à peine enfoncée dans un muscle mince, et ainsi restée à l'air libre où elle sert d'antenne pour la captation de tous les bruits de voisinage (ampoules et fils électriques, appareils industriels même assez distants) ; enfin, à l'amplification plus grande.

- Le petit nombre de fibres musculaires dans une unité motrice rend compte des différences importantes des tracés, comparés à ceux des muscles squelettiques : potentiels plus brefs, moins voltés, beaucoup plus rapides. Il s'ensuit que dans les conditions normales on obtient sur les muscles oculaires un tracé qu'ailleurs on qualifierait de myogène, c'est-à-dire qu'une contraction modeste entraîne une grande activité électrique. La lecture des films exige donc l'habitude des tracés ophtalmologiques.

La connaissance des limites de l'électromyographie est capitale et dès 1923 BOURGUIGNON établit les lois de l'électro-diagnostic qui s'appliquent, a fortiori, à sa branche la plus avancée.

La nécessité d'une coopération du malade dans l'exécution et le dosage des efforts qu'on lui demande d'effectuer paraît évident. Lui faire suivre un test projeté sur des repères gradués semble le plus facile. Cet examen très sélectif n'explore qu'un petit nombre d'unités motrices. Un examen pratiqué au hasard a donc toutes les chances de passer à côté des lésions, car il n'est pas possible de multiplier indéfiniment les points de piqure, c'est-à-dire que l'électromyographie n'apportera de renseignements que si elle est precédée d'un examen clinique soigneux servant à l'orienter.

D'autre part, en cas d'atteinte musculaire généralisée, l'électromyographie squelettique apporte à moindre frais les mêmes indications sur l'anomalie musculaire.

Enfin, les résultats de l'électromyographie doivent s'insérer dans la mosaïque des différents résultats qui forment la base du diagnostic clinique (BUCHTAL). Plus même, les résultats de l'électromyographie doivent s'insérer dans l'ensemble des résultats de l'électrodiagnostic, dont ils ne sont qu'une partie. L'électromyographie, électro-diagnostic de détection, devrait donc être précédée de l'électro-diagnostic de stimulation, qui explore la réponse globale du muscle : rapidité de la réponse, présence de fibres lentes, mesure de la chronaxie, de la rhéobose, etc....

L'apport de l'électromyographie est donc parfois indispensable ; il constitue d'autres fois un luxe, lorsque d'autres examens moins spécialisés ont apporté des résultats équivalents.....

Souvent, enfin, l'apport est nul parce que l'indication est mauvaise, et qu'on cherche à obtenir de l'E.M.G. ce qu'elle ne peut apporter, ce qu'un bon examen clinique ou des examens complémentaires moins différenciés auraient fourni .....

AU TOTAL :

La plupart des difficultés restent liées à l'introduction sous-conjonctivale d'aiguilles dans un muscle que l'on ne voit pas, avec une anesthésie qui reste précaire et alors que l'on demande au patient une coopération indispensable. Il nous semble que l'amélioration de ces conditions d'examen augmenterait le champ et les possibilités de l'E.M.G. Nous espérons pouvoir y parvenir par l'enregistrement de tracés effectués sous anesthésie générale et par stimulation du muscle.

TECHNIQUE
DE
STIMULATION-DETECTION

L'électrodiagnostic se subdivise actuellement en :

- électro-diagnostic de stimulation,
- et électro-diagnostic de détection, représenté par l'électromyographie.

Si les ophtalmologistes semblent s'être intéressés à cette dernière technique, il ne semble pas que les études aient été très poussées vers la pratique de la stimulation des muscles oculaires et l'appréciation de la réponse ainsi obtenue , soit probablement, soit par électro-détection ; il nous semble qu'il y ait là un domaine vaste à explorer.

La stimulation simple des muscles oculaires permettrait lors d'une paralysie oculo-motrice, de différencier une atteinte nerveuse d'une atteinte musculaire; dans le 1er cas une stimulation correcte devrait donner une contraction normale ; dans le deuxième cas, la réponse serait lente, inconstante ou exigerait une stimulation plus importante.

Quant à la stimulation-détection, elle devrait permettre d'enregistrer un électromyogramme dans des conditions expérimentales nouvelles ; la stimulation provoquerait la contraction musculaire, que la détection analyserait.

LES DIFFICULTES de cette méthode sont certes grandes :

- liées à l'appareillage, le stimulateur étant techniquement un organe fragile, capricieux et instable ;
- liées à l'artéfact que la stimulation introduit lors de l'enregistrement et qu'il faut éliminer. Des travaux effectués sur la rétine du chat ou la cochlée

d'animaux nouveaux-nés (MARTY 1961 - 62) permettent de penser que les difficultés ne sont pas insurmontables;

- liées à son principe, qui fait que l'on n'explorera que les anomalies musculaires et non nerveuses.

QUANT AUX AVANTAGES de la méthode, ils seraient immenses :

- l'inutilité de la coopération du malade supprimerait les aléas liés actuellement à cette nécessité ;

- de plus et surtout cette technique permet d'effectuer les enregistrements sur un malade anesthésié, lors d'une anesthésie générale - cet examen devient alors facile comme premier temps de l'intervention pour strabisme, par exemple.

Quant au domaine expérimental, l'enregistrement de tracés à l'occasion d'intervention pour D.R., énucléations, etc... ne soulèverait plusles hésitations que l'on ressent à effectuer de tels tracés sur des yeux normaux et surtout l'examen des enfants serait alors possible.

Il y a là un domaine immense à explorer et le matériel mis à notre disposition, associé à la chaîne d'enregistrement que nous avons décrit, doit permettre de matérialiser ces espoirs, ou de les infirmer.

CONCLUSIONS

A l'occasion de l'installation d'un laboratoire d'électromyographie, nous avons réuni les renseignements théoriques et techniques dont elle a exigé la collation.

L'étude de l'électro-diagnostic, qui débute avec GALVANI, s'est enrichie rapidement ces dernières années grâce à l'emploi d'un matériel perfectionné. Mais ce n'est qu'en 1952 que furent effectués les premiers tracés sur les muscles extrinsèques du globe.

L'électromyographie consiste à détecter et enregistrer les potentiels recueillis au sein d'un muscle par une aiguille électrode, lors de la contraction musculaire. Le potentiel électrique de la fibre nerveuse provoque l'apparition d'un potentiel de plaque, au niveau de la plaque motrice et lorsque celui-ci atteint un niveau suffisant, il déclenche le potentiel d'action de la fibre musculaire. C'est ce dernier que l'on étudie.

L'étude des caractères de ce potentiel d'action est donc la base de l'étude de l'électromyographie. Il obéit à la loi de tout ou rien, se propage, laisse une période réfractaire. Par ailleurs, et lors d'une contraction soutenue, il est modifié par deux phénomènes :

. le recrutement spatial et
. la sommation temporelle.

L'anatomie très particulière des muscles oculaires, comparés aux muscles squelettiques, rend compte de l'aspect si spécial des tracés. Il s'agit en effet de fibres fines, très richement innervées, groupées en unités motrices très petites.

Les potentiels seront donc brefs, bas-voltés et nombreux. Quant à la dispersion en bandes des plaques motrices, elle rend compte de l'aspect variable des potentiels élémentaires recueillis.

L'étude de la technique de l'électromyographie nous a amené à décrire les différentes étapes de l'enregistrement :

- détection par une aiguille électrode,
- amplification,
- visualisation sur l'écran d'un oscillographe cathodique,
- et enregistrement cinématographique.

Une chaîne acoustique est jointe à l'ensemble et permet l'audition des potentiels détectés.

Après une étude rapide des résultats obtenus, nous avons envisagé les limites de cet examen, et ses difficultés techniques ; celles-ci sont essentiellement liées à l'introduction d'une aiguille dans les muscles oculaires, sous anesthésie de contact, et à la nécessité d'une coopération du patient qui doit effectuer les mouvements que l'on désire étudier.

L'amélioration de ces conditions devrait permettre un emploi plus large de la méthode - dans ce but, nous proposons d'effectuer cet examen sous anesthésie générale, comme premier temps d'une intervention et en provoquant la contraction musculaire par une stimulation électrique ; des travaux effectués ailleurs dans des domaines voisins, permettent de penser que cette technique est réalisable.

VU et PERMIS d'IMPRIMER :

Le RECTEUR de l'ACADEMIE de PARIS :

J. ROCHE

Le DOYEN de la FACULTE de MEDECINE de PARIS :

L. BINET

Le PRESIDENT de la THESE :

G. RENARD

BIBLIOGRAPHIE

ADLER F.H. Pathologic physiology of strabismus
Arch. Opht. 50 19-29 July 1953

VAN ALLEN M.W., BLODI F.C. The Moebius syndrom : a case study with electromyography of the extraocular muscles

Midwestern Sect. Assoc. Research. Ophtal.
St-LOUIS, MISSOURI, 19-20 April 1958
C.R. Amer. J. Ophtal. 1958. 45/6.926

VAN ALLEN M.W., BLODI F.C. Neurologic aspects of the Möbius syndrom. A case study with electromyography of the extraocular and facial muscles.

Surv. Ophtal. 1961. 6/3.242-244

AMICI et Coll. Sindrome miopatico-miotonica familiare atipica. Studio clinico ed elettromiografico.

Sistema nerv. 1958. 10. 231.

BAUMGARTNER C., DODEN W. Unterschiede der elektriachen Aktivität von Augen - und Köpermuskulatur -

Rhein-Main. Augenärzte 28.-29. November 1960

C.R. Klin. Mol. Augenheilk. 1960.136/4.5/80.

BERGAMINI B. Studi eletrromiografici.
Cong. naz. Soc. ital. Neurol. Messina,7-10 maggio 1959
C.R. : Minerva Med. (TORINO) (24 febbraio) 1960
51/16.698

BEST Elektrophysiologische Untersuchungs-méthoden in der Augenheilkunde

Soc. Rhénanie-Westphalie 10 et 11 Mars 1956
C.R. : Klin. Mbl. Augenheilk. 1956.129/5.705.

BJORK A. Electrical Activity of Human Extrinsic eye Muscles

Experientia 8 226-227, 1952

BJORK A. et KUGELBERG E. Motor unit activity in the human extra-ocular muscles
E.E.G. Clin. Neurophysiol.1953.5.271-278
Analyses : Zbl.Ophtal.1954.62/1.2.235

BJORK A. et KUGELBERG E. The electrical activity of the muscles of the eye and eyelids in various positions and during movements.
Electroenceph. and Clin. Neurophysiol. 5 595-602,1953 b.

BJORK A. Electromyographic study of conditions involving limited mobility of the eye chiefly due to neurogenic pareses.
Brit. J. Ophtal. 1954. 38/9. 528-544.

BJORK A. Electromyographic studies on the coordination of antagonistic muscles in cases of abducens and facial palsy.
Brit.J. Ophtal. 1954. 38/10. 605-615.

BJORK A. The electromyogram of the extraocular muscles in optico-kinetic nystagmus and in reading.

Acta Ophtal. (Kbh.) 1955.33/4.437-454
Analyses : Zbl. Ophtal. 1956.67/1.25

BJORK A. Electromyographic recording in association with rapid eye movements.
Swedish Ophtal. Soc. STOCKHOLM. 2 Juin 1956.

BJÖRK A., WAHLIN A. Muscular factors in enopthalmus and exophthalmus
Acta ophtal. (Kbh.) 1960 38/6.701-707.

BLODI F.C., VAN ALLEN Electromyography of extramuscular muscles in fusional movements - 1 - Electric phenomena at the break-point of fusion).
Amer. J. Ophtal. 1957.44/4. (Part II) 136-143

BLODI F.C., VAN ALLEN M.W. - Electromyographic studies in some nuero-ophtalmologic disorders.
Int. Cong. Ophtal. BRUSSELS, September 8-12, 1958 -
Acta Conc. Ophtal. 1958, 11, 1621-1628.

BLODI F.C., VAN ALLEN M.W. - The effect of paralysis of the cervical sympathetic system on the electromyogram of extra-ocular muscles in the human, with particular reference to the striated levator in Horner's syndrome.
Amer. ophtal. Soc. Hot Springs May 26. 1959 -
Amer. J. Ophtal. 1960.49/4.679-683 - Trans. Amer. Ophtal. Soc. 1959. 126-132.

BLODI F.C., VAN ALLEN M.W. - Electromyography in intermittent exotropia; recordings before, during and after corrective operation -
Docum. Ophtal. 1962. 16.21 - 34

BOEKE J. Nerve endiufs, motor and sensory - In "cytologic and cellular Pathology of the Nervous system.
Vol. I b. 243-315.

BORNSCHEIN H. et SCHUBERT G. Elektromyographie des Drehnystagmus
Wien. Z. Nervenheik. 1952. 5. 149-154
Analyses : Ophtal. Lit. 1952.6/6.848.

BOTELHO S.Y., DEATERLY C.F. et COMROE J.H. Jr. Electromyogram from orbicularis oculi in normal persons and in patients with myasthenia gravis.
Arch. of Neur. 1952. 67. 348-353.
Analyses : Zbl. Ophtal. 1954.161/1-2.76

BOUDET CH., COSTEAU J., LETZ E. - Données électromyographiques dans les paralysies oculaires -
Soc. Franç. Ophtal. PARIS, 7-11 Mai 1961 -
Bull. Mém. Soc. Franç. Ophtal. 1961.74.781-796.

BOUDIN M.G., PEPIN B., AUFFRET M. - A propos de trois cas de myopathie oculaire
Soc. Franç. Neurol. 4 Février 1960.
C.R. Rev. Neurol. (PARIS) 1960.102/2.173

BREININ G. et MOLDAVER J. - Electromyography of the extraocular muscles -
Ann. Meet. of Amer. Med. Assoc. 1955, June 6-10.
C.R. Arch. Ophtal., CHICAGO, 1955.54/2.200-210.

BREININ G.M. - The nature of vergence revealed by electromyography
Ann. Meet. Amer. Med. Assoc. 9 Juin 1955.
C.R. : Arch. Ophtal., CHICAGO, 1955. 54/3.407-409
Zbl. Ophtal. 1956.66/6.295.

BREININ G.M. Electromyography. A tool in ocular and neurologic diagnosis - 1. Myasthenia gravis).
New England Ophtal. Soc. BOSTON, 15 Février 1956.
C.R. Arch. Ophtal., CHICAGO, 1957. 57/2. 161-164.

BREININ G.M. Electromyography. A tool in ocular and neurologic diagnosis - 2. Muscle palsies
New England Ophtal. Soc. BOSTON 15 Février 1956.
C.R. Arch. Ophtal. CHICAGO 1957.57/2.165-175.

BREININ G.M. Electromyographic evidence for ocular muscle proprioception in man -
New England Ophtal. Soc. BOSTON, 15 Février 1956.
C.R. : Arch. Ophtal., CHICAGO, 1957.57/2. 176-180

BREININ G.M. - The position of rest during anesthesia and sleep - New England Ophtal. Soc. BOSTON Feb. 15, 1956. C.R. Arch. Ophtal., CHICAGO, 1957.57/3.323-326.

BREININ G.M. - The nature of vergence revealed by electromyography - II - Accomodative and fusional vergence - Arch. Ophtal. (CHICAGO) 1957.58/5.623-631.

BREININ G.M. - Quantitation of extraocular muscle innervation Arch. Ophtal. CHICAGO, 1957.57/5.644-650.

BREININ G.M. - Accomodativ and fusional vergence. Arch. of ophtal. 58 (5) 623-631, 1957.

BREININ G.M. - Electrophysiologic insinght in ocular motility A.M.A. Orthoptic Journal 7. 1957 - ROCHESTER - MINNEAPOLIS -

BREININ G.M. - New aspects of ophtalmoneurologic diagnosis - Arch. Ophtal. - CHICAGO - 1957. 58/5.623-631.

BREININ G.M. - L'électromyographie facilitant le diagnostic dans les affections oculaires et neurologiques - A tool in ocular Neurology diagnosis. Am. Arch.of ophtal. 59 p.177-187 1958.

BREININ G.M. Analytic studies of the electromyogram of human extra-ocular muscle. Bethesda, Maryland 16-17 January 1958. C.R. Amer. J. Ophtal. 1958. 46/3. part. II.123-142.

BREININ G.M. Contributions of electromyography to strabismus Proc. Inst. Med. CHICAGO - 1959 22.303-310. Analyses : Amer. J. Ophtal. 1960 49/3.659.

BREININ G.M. The electrophysiology of extraocular muscle, with special reference to electromyography - Pub. Amer. Ophtal. Soc. Univ. TORONTO Presse, TORONTO, 1962, 148 p.

BREININ G.M. Symposium on the oculomotor system. Spectrum analysis of the extraocular muscles electromyogram - Nat. Inst. Neurol. Dis. NEW YORK, April 14-15, 1961 - Arch. Ophtal. CHICAGO - 1961.66/3.433.

BREMER - A textbook of histology arranged upon an embryological basis - 6th Edition - p.163 - The Blakiston Company - PHILADELPHIA -

BUCHTHAL R. and CLEMMESEN S. - On the differentiation of muscle atrophy by electromyography
Acta Psychiat. & Neurol. 16-143, 1941

BUCHTAL F. An introduction to electromyography
Copenhagen Scandinavian University Book - SYLDENDALSK, 1957.

BURGER A. - Introduction à l'exploration électro-myographique des muscles extra-oculaires -
Thèse STRASBOURG, 1958.

BURGER A., KRESS J.J. - Nos premières applications cliniques de l'électromyographie oculaire - Présentation de trois cas.
Soc. Ophtal. Est de la France, CLERMONT FERRAND
14 Oct. 1959 -
C.R. Bull. Soc. Ophtal. Fr.1959.12.934-937.

CELOTTI M., NEGRI S., PACINI L. - Prime considerazioni sull'elettromiografia della muscolatura oculare estrinseca nella miastenia -
Soc. Oftal. Lombarda, MILANO 14 Giugno 1959 -
C.R. Atti Soc. Oftal. LOMBARDA 1959.14/2-3.155-158.

CLARK D.A. - Muscle counts of motor units.
Am. J. Physiol. 70 XVIII - XIX 1930 -
(Proceedings of the physiological Society) July 5 1930.

COOPER S. and DANIEL P.M. - Muscles spindles in human extrinsic eye muscles - Brain - 72 1-24 1949.

COOPER S., DANIEL P.M. and WHITTERIDGE D.
Afferent Impulses from the muscle spindles of the extinsic eye muscles and their course within the brainstem
Trans. Ophtal. Soc. U.K. 74 435-440 1954

COOPER S., DANIEL P. , WITTERIDGE D. - Muscles spindles and other sensory endings in the extrinsic eye muscles
Brain 78 - 564-583, 1955.

COOPER S. - Muscles spindles and other muscles receptors in Bourne - the structure and fonction of muscle
Vol. I. - 1960.

COSTEAU J. - Contribution à l'étude de l'électromyographie des muscles oculaires -
Thèse MONTPELLIER 1962, 132 pages.

DANIEL P. Spiral nerve endings in the extrinsic eye muscles of man
J. Anat. LOND. 30 - 189-193 - 1946.

DAVIDSON S.I. Ocular electromyography in disorders of motility -
A. Conf. Brit. orthopetic Soc. LIVERPOOL, July 23.1959 -
Brit. J. Ophtal. 1960.44/7.394-405 -
C.R. Brit. Orthoptic J.1960.17.74-81

DAVIDSON S.I. - The eye in dystrophia myotonica with a report on electromyography of the extra-ocular muscles -
Brit. J. Ophtal.1961 45/3.183-195.

DELHERM L. et LAQUERRIERE A. - Traité d'Electro-radiothérapie -

DODEN W. Die Untersuchung Schielender -
Klin. Mbl. Augenheilk. 1961. Herft 38.69-115.

DODO T. Observation électromyographique de l'influence sur le muscle orbiculaire des paupières par Clare -
(en japonais)
J. Clin. Ophtal. TOKYO - 1956.10/2.211-216.

ELIASSON S.G., HYDE J.E., BACH-y-RITA P. - Effects of intravenous thiopental on spontaneous and evoked eye movements in cats -
Amer. J. Physiol. 1957.191.203-208
Analyses : Yearb. Ophtal. 1958-59. 78-79.

d'ESPOSITO M., AMBROSIO A. - Studio elettromiografico nella sindromo di Duane-Turk -
Soc. Oftal. Ital. MILANO - 6-9 Ottobre 1957.

d'ESPOSITO M., SERRA C., AMBROSIO A. - Acquisizioni recenti in neuroftalmologia . L'elettromiografia dei muscoli oculari -
Arch. Ottal. 1959.63/5-6.183-210.

ESSLEN E., MEETENS H.G., PAPST X. - Myopathies oculaires. III : myosites oligosymptomatiques oculaires (pseudomyasthénies) - en allemand - Nervenarzt 1958.29.213-226 -
Analyses : Yearb. Ophtal. 1958-59.77.

ESSLEN E., PAPST W. - Die Bedeutung der Elektromyographie für die Analyse von Motilitätestörungen der Augen - Ophtalmologica (Basel) 1961. Suppl. 57. 168 p. et résumé en anglais p.138-156.

FLOUR E. Influences of semicircular ducta on extraocular muscles Acta oto-laryng. 1959. suppl. 149, 43 p.

FRANCOIS J. de ROUK - Etudes électro-oculographiques - Acta ophtal. 33 523-550, 55 f.

GAMSTORP I., KUPFER C. - Mean duration of action potentials in extra-ocular muscles : an electromyographic study - Arch. Ophtal. CHICAGO 1960.64/5.744-750.

GATTANEO D. Recenti messi di esame e nuovi apparecchi nella diagnostica oftalmologica - Circolo oftal. romano,8 dicembre 1960 C.R. : Aggiorn. Ter. oftal. 1960.12/6.567-587.

GIACOMELLI P. L'elettromiografia dei muscoli oculari estrinseci nella fisiologia e nella clinica - Boll. Oculist. 1960.39/4.273-294.

de GISPERT-CRUZ I. - Aspectos ot neurooftalmologicos del sindrame de Moebius. Diplegia facial con paralisis de la abduction ocular y malformaciones diversas. Rev. esp. Oto-neuro-oftal. 1960.19/111.295-304.

GLEES M. Eine Methode zur Elektromyographie der Augenmuskeln (Nach Untersuchungen mit F. Marguth und H. Orbach) Soc. Ophtal. All., 30 Août-2 Sept. 1953 à HEIDELBERG C.R. : Ber. Dtsch. Ges. Heidelberg, 1953.38.307-310. Zbl. Ophtal. 1953.60/4-6.225. Ophtal. Lit. 1953.7/5.587.

GRANIT R., HOMMA S. - The discharge to maintained stretch of spindles in slow and fast muscles of rabbit - Acta Physiol. Scand. 1959. 46/263.165-173. Analyses : Exc. Med. Physiol. Biochem. Pharmacol. 1960.13/1.108.

GROM S., ESTEVES C., HORANDE M. - Hemiatrofia de la cara : sindrome de Romberg - Arch. Soc. Oftal. Hisp. Amer. 1962.22/6.7.587-601.

GUILBAULT J. Les troubles de l'excitabilité électrique - Electrocardiogramme, électromyogramme, électroencéphalogramme, électrorétinogramme dans le myxoédème - Thèse PARIS, 1957.

[illegible]

[illegible]

[illegible] - [illegible] vanilla in [illegible] : [illegible] - [illegible].

[illegible] [illegible] moudi nulla [illegible] [illegible] 1946. 327-337.

[illegible] [illegible] [illegible] [

GUNDERSEN - Duane Syndrome

New York Academy of Medecine - Jan. 16 - 1956

HED R., KIRSTEIN L., LUMIMARK G. - Myopathie thyréotoxique - Thyrotoxis myopathy
J. Neurol. Neurosurg.Psychiat.1958.21.270-278
Analyses : Surv. Ophatl. 1959.4//3.1.160-161.

HUBER A. et LEHNER F.H. - Electromyographie des muscles oculaires
Elektromyographie der Augenmuskeln
Ophtalmologica - Basel 1955. 131/4-5 (238-248)
Analyses : Ann. Oculist. 1956.189/5.514
Exc. Med. Ophtal. 1956.10/12.431

HUBER M.A. Myasthénie - Maladie de Erb-Goldflam - et paralysies des muscles oculaires
Soc. Franç. Ophtal. 13 Mai 1957
C.R. : Bull. Mem. Soc. Franç. Ophtal.1957.70.216-232

HUBER A. L'électromyographie des muscles oculaires -
Curso Int. Oftal.
BARRAQUER, BARCELONA, 16 de septiembre-1 de octobre 1958, p.56.

HUBER A. Electromyography of eye muscles -
Int. Cong. Ophtal. Brussels, September 8-12. 1958
Acta Conc. Ophtal. 1958.11.1613-1620.

HUBER A. L'électromyographie des muscles oculaires -
Réun. Oto-Neuro-Ophtal. Neurochir. romands, GENEVE 8-9 Oct. 1960
C.R. Confin. neurol. (Basel) 1961.21/2.175-188

HUBER A., WISSENDANGER M. - Über die chronisch progressive oculäre myopathie -
Ophtalmologica (Basel) 1962. 144/1.29-48.

HUBER A. et WIESENDANGER M. - Analyse des paralysies oculaires par l'électromyographie
Confros. SFO 1962

IRVINE S.R. Histology of extra ocular muscles
Arch. Ophtal. N.Y. 15 847-858 1936

ISAKSSON I. Studies on congenital blepharoptosis
Sxedish ophtal. Soc. October 26, 1958 -
Acta Ophtal. (Kbh.) 1962.40/1.104

ISHIKAWA H. - Etude expérimentale sur les muscles oculaires externes par l'électromyographie. I : sur l'électromyogramme et le rapport $\bar{t}/S$ des muscles oculaires externes chez lapins normaux -
en langue japonaise -
Folia ophtal. Jap. 1958.9/11.813-817.

ISHIKAWA H.- Etude expérimentale sur les muscles oculaires externes par l'électromyographie. III : analyses et intervalles d'excitation des muscles oculaires externes du lapin -
en langue japonaise -
Folia ophtal. Jap. 1958.9/11.822-827

ISHIKAWA H.- Etude expérimentale sur les muscles oculaires externes par l'électromyographie. II : Fluctuations des courbes K et T des muscles oculaires externes des lapins après administration de divers médicaments.
Folia ophtal. Jap. 1958.9/11.817-822.

ISHIKAWA S. Electromyographie de la myasthénie oculaire -
(en langue japonaise)
Ganka Rinshö Ihö 1962.16/3.253-254.

JACOBSON J.H., BOMAINE H.H., HOLBERG C.P., STEPHENS G.
Activités électriques de l'oeil au cours de l'accommodation.
Ann. Jour. of Ophtal. 46 N° II 231-237 - 1958

JAMPOLSKY A. Human ocular myography -
New York Soc. Clin. Ophtal. May 4 1959
C.R. Amer. J. Ophtal. 1961 51/3.539.

JAMPOLSKY A., TAMLER E., MARG E. - Artifacts and normal variations in human ocular electromyography
Arch. Ophtal. (CHICAGO) 1959. 62/3.402-413 -
Analyse : Ophtal. Lit. (LOND.)1959.13/2.211

JARLOT J. Thèse PARIS, 1958.

JORDAN H.E. A textbook of Histology 8th Edition, p.103 1947

KAMOUCHI T Etude électromyographique des muscles oculaires
(en japonais) - Acta Jap. Ophtal.1956.60/10.1675-86
Analyses : Ophtal. Lit. 1956.10/4.540
Amer. J. Ophtal. 1957 43/5.712

KAMOUCHI T. - Electromyogram of the palsied extraocular and levator muscles
Jap. J. Ophtal. 1957. 1/1.30-34

KAMOUTI T. - Etude électromyographique dans les paralysies neurogènes des muscles extraoculaires et du releveur - (en japonais)
Acta Soc. Ophtal. Jap. 1955 (July) 59.791-803
Analyses : Ophtal. Lit. 1955.9/2.249

KILOH L. et NEVIN S. - Progressive dystrophy of the external ocular muscles (ocular myopathy)
Brain 74 115-143 1951.

KORNBLUETH W., JAMPOLSKY A., TAMLER, MARG E. - Activity of the oculorotary muscles during tonometry and tonography. An electromyographic study.
Arch. Ophtal. (CHICAGO) 1959.62/4.555-561 -
Analyse : Ophtal. Lit. (LOND.)1959.13/3.274

KORNBLUETH W. Contraction of the oculorotary muscles and intraocular pressure. A tonogr phic and electromyographic study of the effect of edrophonium chloride - Tensilon) and succinylcholine (Anectine) on the intraocular pressure -
Amer. J. Ophtal. 1960.49/6.1381-1387.

KOROVINA M.V. Variations de l'activité électrique des muscles oculaires individuels, provoqués par stimulation d'origine vestibulaire ou des muscles du cou ches des animaux d'âges divers -
- en russe -
Fiziol. sh. im. Sech. 1959. 45/1.32-39
Analyses : Exc. Med. Physiol. Biochem. Pharmacol. 1960.13/1.111.

KUBOKI T. Electromyogramme des muscles extrinsèques de l'oeil humain - en japonais -
58° Cong. ann. Soc Ophtal. Japon (KYOTO) 1-3 Avril 1954
Acta Soc. Ophtal. Japan 1954.58/8.874-877
Analyses : Ophtal. Lit. 1954 8/2.251.
Arch. Ophtal. Par., 1956, 16/8.841.

KUBOKI T. Electromyogramme des muscles oculaires de l'homme - en japonais -
Arch. Soc. Ophtal. Japan - 1955. 59.530-538

KUBOCKI T. Electromyography of the human ocular muscles .
Acta Soc. Ophtal. Japan, 1956. 60 29.37
Analyses : Amer. J. Ophtal. 1956. 42/1.162
Zbl. Ophtal. 1957.69/2.140

KUBOKI T. - Studies on discharge intervals of a single motor unit in the human extraocular muscles -
Tohoku J. Exper. Med. 1957.66.91-96.
Analyses : Zbl. ges. Ophtal. 1958.73/4.228.

KUBOKI T. The periodicity in the electromyograph of human extraocular muscles.
Jap.J. Ophtal. 1959 3/2.149-156.

LAPRESLE J., JARLOT J. - La myopathie oculaire - Contribution à l'étude des ophtalmoplégies externes progressives.
Arch. Ophtal. 19/4 394-396 1959.

LEFEBVRE et GREMY - Electromyographie
Sys. Nerveux - Encyclopédie Médico-Chirurgicale, p.17030 - G.10.

LEVY J.A., SARAIVA S., de CARVALHO C.A., ANDRADE e SILVA J.
Distrofia muscular progressiva - forma oftalmoplegica -
Rev. Brasil. Oftal. 1959. 18/3/227-233.

LINCOFF H.A. et BREININ G.M. et DE VOE A.G. - The effect of succinylcholine on the extraocular muscles -
Amer. J. Ophtal. 1957.43/3.440-444.
Analyses : Exc. Med. Ophtal. 1957.11/10.376.

LOCKHART R.D. and BRANDT W. - Lengt of striated muscle fibres
J. Anat. 72 - 470, 1938.

MAGEE A.J. - Electromyogramme des muscles extraoculaires du lapin in situ
Arch. Ophtal. CHICAGO, 1954.52/2.211-220.
Analyses : Ophtal. Lit. 1954.8/2.252.

MAGEE A.J. The electromyogram of the lateral rectus muscle
Amer. J. Ophtal. 1956. 41/2.275-285.
Analyses : Arch. Ophtal. PARIS, 1956. 16/6.676.

MAGLADERY J.W., TEASDALL R.D. - Corneal reflexes : an electromyographic study in man.
Arch. Neurol. CHICAGO 1961. 5/3.269-274.

MARG E. JAMPOLSKY A., TAMLEF E. - Elements of human extraocular electromyography.
Arch. Ophtal. CHICAGO, 1959.61/2.258-2.269 -
Analyse : Ophtal. Lit. (LOND.) 1959.13/2.211.

MARG E., JAMPOLSKY A., TAMLER E. - Elements of technique of multiple channel electromyography of muscular muscles in human subjects.

MARZUOLI U., NEGRI S. - Aspetti elettromiografici dell'emispasme facciale in due casi di sclerosi a placche. Riv. Neurobiol. 1961. 7. 463-480.

MIGLIOR M. Osservazione di un caso di paralisi del musculo retto superiore in corso di morbo di Flaiani-Basedow, corredata di esame eletromiografico. Soc. Oftal. Ital. MILAN 6-9 Oct. 1957.

MILLER J.E. Données électromyographiques sur les mouvements saccadés de l'oeil. Ass. Res. Ophtal. SAN FRANCISCO, June 23-27, 1958 - Amer. J. Ophtal. 1958. 45/5.11.183-186.

MILLER J.E. The electromyography of vergence movements Midwest Sec. Ass. Res. Ophtal. Colorado, April 18-19 1959 - Arch. Ophtal. CHICAGO 1959.62/5.790-794.

MOMOSSE H. Studies on the action of the extraocular muscles in monocular movements by means of quantification of integrated E.M.G. Jap.J. Ophtal. 1958.2/2 108-122

MOMOSSE H. Electromyographic studies on the mechanism of limitation of monocular movement Jap. J. Ophtal. 1959.3/1.9-13

MUINOS A., HUBER A., BURIAN H.M., SCHLOSSMAN A., BAILBE N., CUPERS K., REMONDA C.A., LYLE T.K. (Symposium VI : Strabisme) Symposium VI : Estrabismos - Curso in Oftal. BARRAQUER, BARCELONA, Septiembre de 1958 - Cruso int. Oftal. 1958. 1. 395-507.

MULDER D.W., LAMBERT E.H., BASTRON J.A., SPRAGUE R.G. The neuropathies associated with diabetes mellitus. A clinical and electromyographic study of 103 unselected diabetic patients - Neurology (Minneap.) 1961. 11. 275-284 - Analyse : Surv. Ophtal. 1962.7/1.56-57.

NEGRI S., PACINI L., CELOTTI M. - L'examen electromyographique de la musculature oculaire extrinsèque - Contribution à l'étude de la myasthénie. Rev. d'O.N.O. N° 5, 1960.

NORDMANN Communication Congrès S.F.O. 1962
Importance de la répartition des unités neuro - musculaires.

OGINO Y. Electromyographic observations on the vestibulo spinal reflexes
Acta Med. Biol. 1953 (March). 1.35-44.
Analyses : Ophtal. Lit. 1953.7/5.587.

ORLOWSKI W.J., WOJTOWICZ - Etude électromyographique des troubles de la motilité oculaire -
- en polonais -
Klin. oczna. 1962.32/4.313-326.

PAPST W., ESSLEN E. et MEERTENS H.G. - Klinische Erfahrungen mit der Elektromyographie bei oculären Myopathien
Soc. Ophtal. all Heidelberg 1957.
C.R. : Ber. dtsch. ophtal. Ges. 1957.61.304-308.

PAPST W., ESSLEN, MERTENS H.G. - Die okuläre Muskeldystrophie sog. Ophtalmoplegia externa chronica progressiva
Klin. Mbl. Augenhk. 1958.132/5.691-707.

PAPST W. - Verein Rhein-Westf. Augenärzte 18. u. 19. Oktober. 1958.
C.R. Klin. MBl. Augenheilk. 1959. 135/1.124.

PAPST W. - Bedeutung der Elektromyographie für die Diagnose der okulären Myasthenie - Öst. ophtal. Ges.1959. 18-21.
Analyse : Ophtal. Lit. (DOND.) 1960? 14/3.404.

PAPST W. Die oculären Myopathien - Wissenschaftliche Ausstellung (Exposition scientifique) -
Dtsch. ophtal. Ges. Heidelberg 6-11 September 1959
C.R. Ber. Dtsch. Ophtal. Ges. 1959. 62.384.

PAPST W., ESSLEN E. - Motilitätsstörungen der Angen infolge Fehllsitung regenerierender Nervenfasern and zentraler innervationsstörungen.
Dtsch. ophtal. Ges. Heidelberg - 6-11 Sept. 1959
Ber. Dtsch. ophtal. Ges. 1959.62.356-361.

PAPST W., MERTENS H.G., ESSLEN E.
Die chronische okuläre myositis -
Klin. Mbl. Augenheilk. 1959.134.374-396.

PAPST W., ESSLEN E. - Elektromyographischer Beitrag zum Möbius syndrom. - Klin.Mbl.Augenheilk.1960.137/4.401-410.

PAPST W., ESSLEN E. - Elektromyographische Untersuchungen bei endokriner ophtalmopathie.
Disch. ophtal. Ges. BERLIN, 26-29 September 1960 -
Ber. dtsch. Ophtal. Ges. 1961.63.154-158.

PAPST W., ESSLEN E. - Grundlagen der Elektromyographie in der Augenheilkunde -
Ophtalmologica (Basel) 1961.141/3.191-219.

PAPST W. - Zut Ätiologie der Doppelöilder bei Blickparesen -
Dtsch. Ophtal. Ges. Heidelberg 24 - 28 Sept.1961.
Ber. Dtsch. Ophtal. Ges. 1962.64.129-135.

PASSOUANT P., VIALLEFONT H., LETE E., COSTEAU J. - Indications apportées par l'électromyographie des muscles oculaires au cours des ophtalmoplégies myasthéniques .
Soc. Franç. Neurol. PARIS, 2 février 1961.
C.R. Rev. Neurol. PARIS, 1961. 104/2.147-152.

PETEREN I., TENGROTH B., SELLDEN U., LINNER E. - Electromyographic study of the eye muscles in endocrine exophtalmos -
Acta ophtal. (Kbh.) 1961 39/2.171-181.

POST B.S. Electromyography

N.Y. State J. Med. 1957.57.3481-3485.
Analyses : Zbl. ges. Ophtal. 1958.73/4.228.

REID G. Rate of discharge of the intraocular motoneurones
J. Physiol. N° 217-225 Déc. 1949.

ROBLES J. La electromiografia clinica. Sus aplicaciones en oftalmologia.
Bol. Hosp. oftal. N.S. de la Luz (Mex) 1958.
11/30.131.137.

ROSSELLE N., DONCKER de K., JOLIE P., Van BETSBRUGGE A., LIGOT S.
Electromyography in nervous diseases and in crypto tetany.
E. Nauwelaerts, LOUVAIN, BELGIQUE, 1959.

SAKATANI N. Etude électromyographique des muscles extra-oculaires normaux et pathologiques -
- en japonais -
Acta Ophtal. Jap. 1956.60/8.1080-1087.
Analyses : Ophtal. Lit. 1956.10/4.540.

SAKATANI N. - Etudes électromyographiques dans le domaine ophtalmologique. III. Mouvements des muscles extrinsèques oculaires normaux et anormaux observables pendant la fermeture des paupières
- en japonais -
Folia Ophatl. Jap. 1957. 8/7.337-345.

SAKATANI N., KUROZUMI I., KUMOI T., HOSOMI H., ISHII K.
Rapports entre l'E.E.G. et l'E.M.G. de la musculature extraoculaire au cours de l'anesthésie générale.
- en japonais -
Folia ophtal. Jap. 1961. 12/10.842-843.

SANTANELLI R. Interesse delle indagini elettromiografiche in campo otoneurooftalmologico - PISANI (PALERMO) 1960.84.375-434.

SATO S. - Electromyographic study on retraction syndrome - Jap. J. Ophtal. 1960.4/1.57-66.

SAVARY M.T. - Contribution à l'étude électromyographique des muscles oculaires -
Thèse PARIS 1958.

SCHERRER J., LEFEBVRE J., BOURGUIGNON A. - Activité électrique des muscles striés squelettiques et fatigués.
Ier Congrès International de sciences neurol.
BRUXELLES, 21-28-7-1957.

SCHERRER J. and BOURGUIGNON - Changes in the electromyogram produced by fatigue in man.
Am. Journ. of Physical Medicine, 38.2 Avril 1959 p.170-180.

SCHIEFFER DECKER - Eine Eigentuemlichkeit im Bone der Augen - muskeln -
Desch. Med. Wschr. 30 725-726, 1904.

SCHULTZ R.O., ALLEN van M.W., BLODI F.C. - Endocrine ophthalmoplegia, with an electromyographic study of paretic extra-ocular muscles.
Arch. Ophtal. CHICAGO, 1960.63.217-225 -
Analyse : Ophtal. Lit. (LOND.) 1960.14/2.239.

SEARS M.L., TEASDALL R.D., STONE H.H. - Stretch effects in human extraocular muscle : an electromyographic study -
Bull. Johns Hopk. Hosp. 1959.104.174-178.
Analyses : Surv. Ophtal. 1960 5/2.186-188.

SEARS M.L., WALSH F.B., TEASDALL R.D. - Electromyogram from ocular muscles in myasthenia gravis -
Arch. Ophtal. - CHICAGO - 1960.63/5. 791-798.

SEDAN J., PARNARIER G. - Techniques modernes d'investigation en ophtalmologie -
MASSON & Cie, Edit. PARIS, 1961, 371 p. 320 fig. 3 pl.

SERRA C., BARONE A. - Primi dati dell'esplorazione dell'attivita elettrica dei muscoli estrinseci oculari nella percezione di forma.
Acta Neurol. 1957. 12/5.1010-1022.
Analyses : Exc. med., Ophtal. 1958.12/5.174.

SKORPIL V., VANDYKAVA J. - Le principe de l'électromyographie des muscles oculo-rotatoires -
- en tchèque -
Osl. Ofthal. 1962. 18/5.

SOKLOSSMAN A. - Strabisme and refraction - double elevator paralysis -
Myo., Ecr., N.est, monthly 1939 36/10.854-859.

STUART J.A. - A technic for extraocular electromyography in chronic animals -
Midwest Sec. Ass. Res. Ophtal. Indianapolis, April 23-24 1960 -
Amer.J. Ophtal. 1961. 51/5.1157-1160.

STRAUB W. - Elektrophysiologie -
Almanach Augenheilk. MÜNCHEN, 1960. 157-164.

SUBIRANA A., MASO-SUBIRANA E. - La paralisis facial periferica y su pronostico electromiografico -
Asoc. Oto-Neuro-Oftal. 14 de Junio de 1957.

C.R. : Anal. Medicina 1958. 44/1.21-37.

TAMLER E., JAMPOLSKY A., MARG E. - An electromyographic study of co-contraction in human extraocular muscles)
Assoc. Research in Ophtal. SAN FRANCISCO, 14-15 Nov. 1957.
C.R. Amer. J. Ophtal. 1958.45/1.119.

TAMLER E., JAMPOLSKY A., MARG E.

An electromyographic study of asymmetric convergence -
Ass. Res. Ophtal. SAN FRANCISCO, June 23-27, 1958.
C.R. : Amer. J. Ophtal. 1958. 46/5.11.174-182.

TAMLER E., MARG E., JAMPOLSKY A. - An electromyographic study of coactivity of human extraocular muscles in following movements.
Arch. Ophtal. CHICAGO 1959. 61/2.270-273
Analyse : Ophtal. Lit. (LOND.) 1959.13/2.211.

TAMLER E., MARG.E., JAMPOLSKY A., NAWRATZKI I. - Electromyography of human saccadic eye movements -
Arch. Ophtal. CHICAGO, 1959, 62/4.657-661.

TAMLER E., JAMPOSLKY A., MARG E. - Electromyographic study of following movements of the eye between tertiary positions
Arch. Ophtal. CHICAGO 1959.62/5.804-809.

TAMLER E., JAMPOLSKY A., MARG E. - Electromyography in strabismus
Calif. Med. 1959. 90. 437-439.
Analyses : Surv. Ophtal. 1960.5/2.189-190.

TAVERNER - Paralysie de Bell. Une étude clinique et électromyographique -
Brain 1955. 78.209-228.
Analyses : Zbl. Ophtal. 1956.67/5-6.237.

TEASDALL R.D., SEARS M.L. - Extra-ocular muscles. Some electromyographic considerations.
Trans. Amer. Neurol. Ass. 1959. 84.200-202.

TEASDALL R.D., SEARS M.L. - Myopathie oculaire - en anglais -
Arch. Neurol. CHICAGO, 1960. 3/2.281-292.
Analyses : Ann. Oculist. PARIS 1961. 194/5.475.

THIEBAUT F., ISCH F. et ISCH C. - L'épreuve de la prostigmine sous contrôle électro-myographique et ergographique dans le diagnostic des syndromes myasthéniques à prédominance oculaire. A propos de trois cas.
Soc. O.N.O., STRASBOURG, Mars 1951.
C.R. O.N.O. Rev. 1953.1/25.304-311.
Zbl. Ophtal. 1954.61/7-8.372.

THIEBAUT F., ISCH F., ISCH-TREUSSARD C., MASO-SUBIRANA

Etude électromyographique de quelques cas d'hémi-spasme facial
Rev. Neurol. 1954, 90/4.291-296.

THIEBAUT F., ISCH F., ISCH-TREBSSARD C., EBTINGER-SOUFFROYS
L'électromyographie des tremblements post-traumatiques.
Cong. int. Soc. gr. oto-neuro-ophtal.LILLE, 29-31 Mai 1958. - Rev. Oto-Neuro-Ophtal. 1959.31/1.46-59.

TORREN Number and dimensions of motor units in extrinsic muscles of eye and in general muscle connected with sens organe.
Schweiz Arch. Neural. Psych.72 362-376, 53 f.

VIALLEFONT, PASSOUANT, BOUDET, LETE, COSTEAU
Valeur de l'électromyographie des muscles oculaires pour préciser l'origine neurogène ou myogène d'une ophtalmoplégie -
Soc. Ophtal. Midi de la France, TOULOUSE, 4 Déc.1960.
C.R. Bull. Soc. Ophtal. Fr. 1961.4.275-283.

VIALLEFONT H., PASSOUANT P., COSTEAU, LETE E.
Données électromyographiques dans quelques cas de nystagmus -
Soc. Franç. Ophtal. PARIS 7-11 Mai 1961 -
Bull. Mem. Soc. Franç. Ophtal. 1961.74.797-805.

VOSS H. Beitraege Zur Mikroskopischen anatomie der Augenmuskeln des meuschen, Fosendicke, Muskelspindeln, Kinghinden -
Anat. Aut. 104 345-355, 1957

WALTER J.R. Method for electromyography
Ber Deutsch. Oph Ossell. Sch. 58 : 307-310, 53 G.

WOJTOWICZ Electromyographie des muscles externes de l'oeil - - en polonais -
Klin. oczna 1962. 32/2.177-188.

WOOLLARD H.H. - The innervation of the ocular muscles
J. Anat. LOND.65, 215-223, 1931.

YAMANAKA Y. - Analyse électromyographique des mouvements oculaires dans la stimulation vestibulaire
- en japonais -
Folia ophtal. Jap. 1961. 12/10.838-841.

YOSHII M. Etude électromyographique des mouvements oculaires provoqués par une stimulation électrique du thalamus .
- en japonais -
Oto-rhino and laryng. Clin. 1959.52/3.407-433.